This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

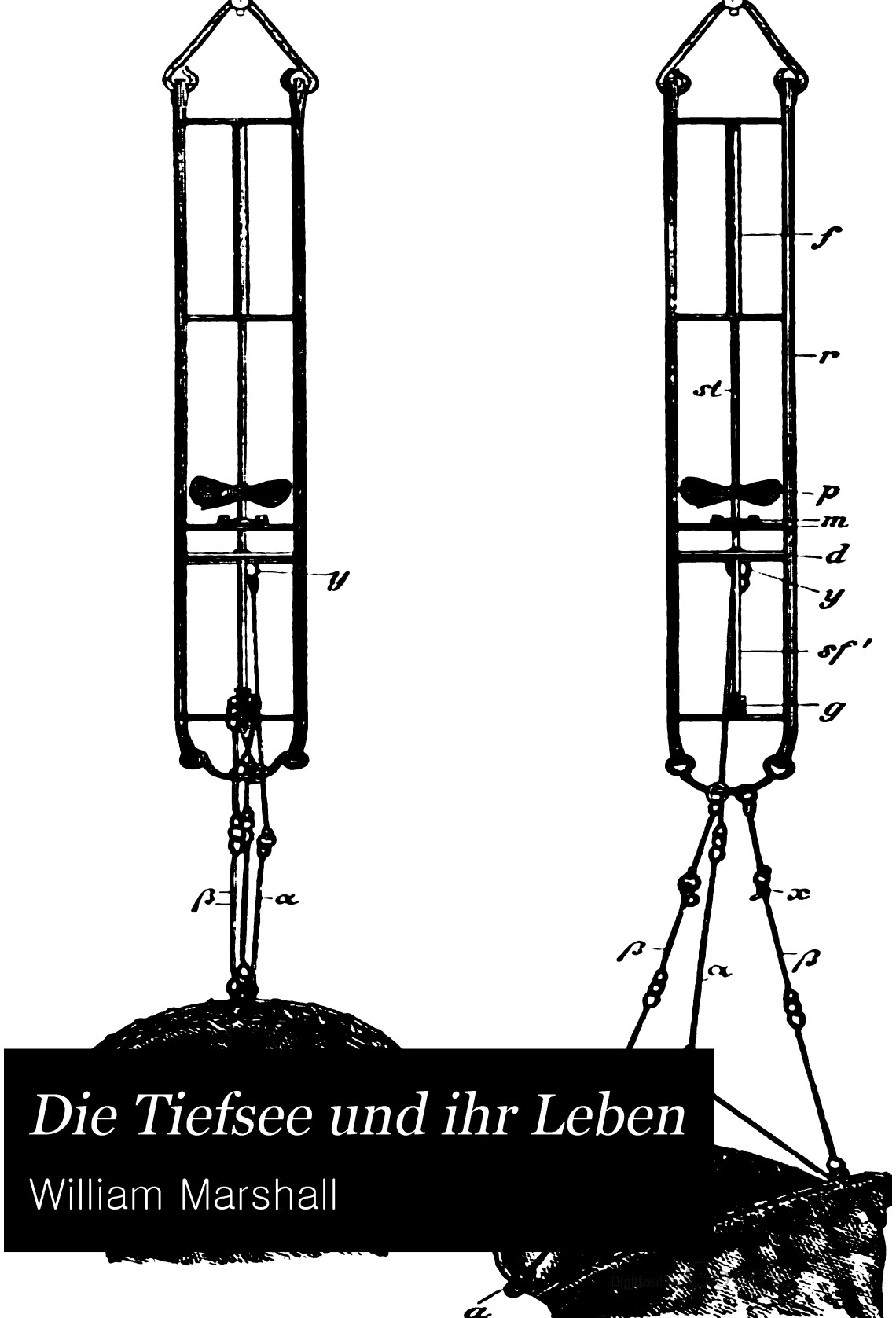
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

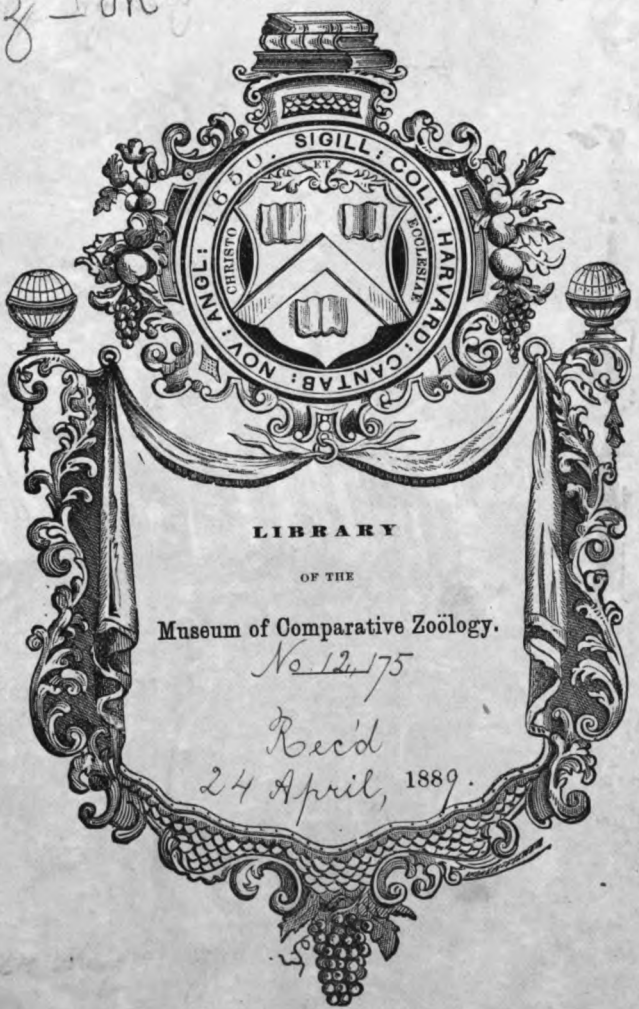
Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



Die Tiefsee und ihr Leben

William Marshall

Z-M
146



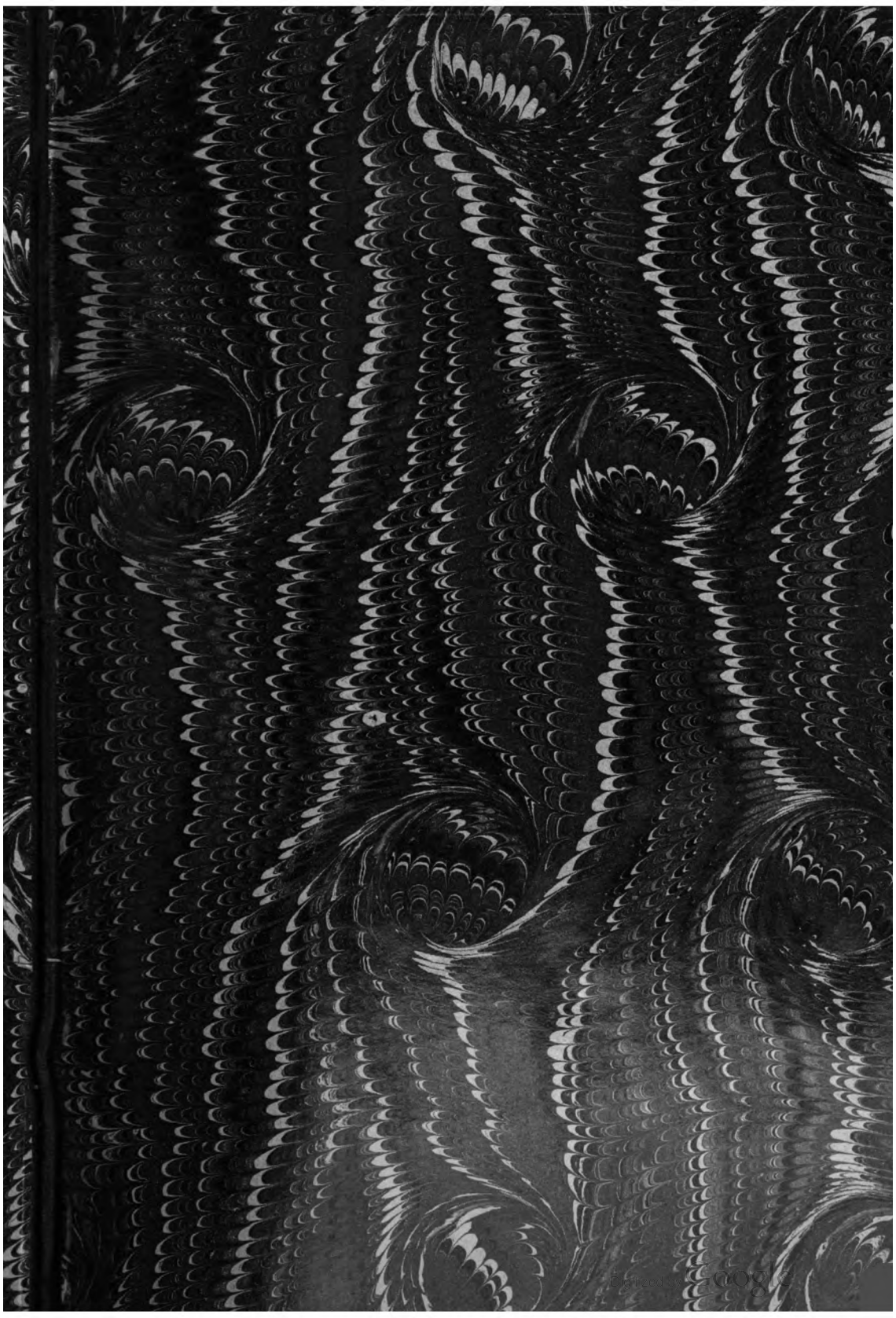
LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoölogy.

No. 12,175

Recd
24 April, 1889.



entered
1/13/53
RN

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

DIE TIEFSEE

UND IHR LEBEN.

NACH DEN NEUESTEN QUELLEN

GEMEINFASSLICH DARGESTELLT

VON

WILLIAM MARSHALL,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

MIT 4 TONTAFELN UND 114 ABBILDUNGEN IM TEXT.

LEIPZIG,

FERDINAND HIRT & SOHN.

1888.

ALLE RECHTE VORBEHALTEN.

Digitized by Google

124
Museum of Comp. Zoöl.

Digitized by Google

Vorwort.

Nicht viele Gebiete des menſchlichen Wiſſens haben in den letzten 20 Jahren eine ſo großartige Bereicherung und durchgreifende Umgeſtaltung erfahren, wie die Naturgeſchichte des Meeres. Durch die Tiefſeeforſchungen iſt eine neue wunderbare Welt, bevölkert mit neuen wunderbaren Geſtalten den erſtaunenden Augen der Menſchheit erſchloſſen worden, — eine Welt, die wohl im ſtande iſt, einen jeden denkenden Menſchen anregend zu intereſſieren und dauernd zu feſſeln.

Was die körperliche und geiſtige Kraft von Hunderten tüchtiger Männer, vom ſchlichten Matroſen bis zur Koryphäe der Wiſſenſchaft mit mühſeliger Arbeit und aufopferndem Fleiße der geheimnisvollen Tiefe abgerungen hat, das gebildeten Landsleuten überſichtlich vorzuführen, iſt gewiß eine lohnende Aufgabe. Bei unſern weſtlichen Nachbarn, bei den Franzoſen und Engländern ſowie bei den Amerikanern haben Gelehrte erſten Ranges, ein Perrier, ein Filhol, ein Wyville Thomſon, ein A. Agaſſiz, es ſich angelegen ſein laſſen, die Reſultate der modernen Tiefſeeunterſuchungen weiteren Kreiſen der Bevölkerung zugänglich nnd bekannt zu machen. Bei uns in Deutſchland, wo doch in Wahrheit das Intereſſe für Naturwiſſenſchaften nicht minder groß iſt als in irgend einem andern Kulturlande, fehlte noch ein Werk, das die überraſchenden und wichtigen Erfolge der unterſeeiſchen Forſchungen dem gebildeten Laienpublikum, das gewiß ein Recht auf Belehrung auch in dieſer Hinſicht hat, in gedrängter Kürze und ausgeſtattet mit den unerläßlich nötigen erläuternden Abbildungen übermittelte.

Die Verlagsbuchhandlung wandte ſich an den Verfaſſer mit dem Vorſchlage, dieſem Mangel nach Kräften abzuhelfen. Mit Freuden ging derſelbe darauf ein, denn, wenn er ſich auch ſagen mußte, daß eigene Anſchauung in dieſen Dingen ihm nicht zur Seite ſtände, ſo ermutigte ihn andererſeits doch das Bewußtſein, gerade den Tiefſeeforſchungen in ihren allgemeinen und beſonderen Errungenſchaften ſtets mit größter Aufmerkſamkeit gefolgt zu ſein, — hat er ſie doch zum Gegenſtande akademiſcher Vorleſungen und öfterer öffentlicher Vorträge gemacht.

Digitized by Google

Beim Schluſſe dieſes Vorworts drängt es den Verfaſſer, dem Herrn Verleger ſeinen verbindlichſten Dank auch an dieſer Stelle auszuſprechen für das freundliche und entgegenkommende Eingehen auf ſeine Wünſche, namentlich auch hinſichtlich der Abbildungen. Herzlichſten Dank ſchuldet er auch Herrn Juſtus Perthes in Gotha, der ihm einige ſeltene und ſchwer zu beſchaffende Werke auf das liberalſte zur Verfügung ſtellte.

Außer einer ſehr beträchtlichen Anzahl kleinerer Abhandlungen und Notizen in deutſchen, engliſchen, franzöſiſchen, ſkandinaviſchen und amerikaniſchen Zeitſchriften wurden hauptſächlich benutzt:

1) Sämtliche bis jetzt erſchienenen **„Reports of the scientific Resultats of the exploring Voyage of H. M. S. Challenger“**, Vol. I—XXV.
2) **Nordhavs-Expedition**, den Norske, Vol. I—XVI.
3) **Agassiz, A.**, Three cruises of the U. S. coast and geodetik survey Steamer Blake London 1888.
4) **Boguslawski, G. v.**, und **Krümmel, O.**, Handbuch der Ozeanographie, B. I und II, Stuttgart 1884—87.
5) **Chun, C.**, Die pelag. Tierwelt in großen Meerestiefen. Biblioth.-zoolog. Heft I, Kaſſel 1888.
6) **Delesse, M.**, Lithologie des mers de France et des mers princ. du globe, Paris 1867.
7) **Filhol, H.**, La vie au fond des mers (biblioth. de l. nat.), Paris 1885.
8) **Gümbel, K. W. von**, Grundzüge der Geologie, Kaſſel 1885—88.
9) **Perrier, E.**, Les explorations sous-marines (biblioth. des écoles et des familles), Paris 1886.
10) **Sigsbee, C. D.**, Memoir on deep-sea sounding and dredging, publ. by the U. S. Coast-Survey, Wash. 1877.
11) **Spry, W.**, die Expedition des Challenger, deutſch v. H. v. Wobeſer, Leipzig 1877.
12) **Wyville Thomson, C.**, The depths of the sea, London 1873.
13) **Wyville Thomson, C.**, The voyage of the „Challenger“, the Atlantic, London 1877.

Leipzig, Anfang Auguſt 1888.

W. Marshall.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 9

Allgemeiner Teil.

Tiefseekunde (Bathyozeanographie).

Die Tiefe des Meeres und die Lotapparate 27
Die Bodenbeſchaffenheit des Meeres 43
Tiefſeethermometer und Tiefſeetemperaturen 56
Druckverhältniſſe auf dem Boden der Tiefſee 69
Chemie des Tiefſeewaſſers 70
Das Licht und die Tiefſee 75

Zweiter Teil.

Das Tierleben der Tiefsee (Bathyzoologie).

Erſtes Kapitel: Der Fang der Tiefſeetiere und die dabei gebräuchlichen Apparate 87
Zweites Kapitel: Allgemeine Anpaſſungen der Tiere an die Tiefſee 113
Drittes Kapitel: Herkunft und Verbreitung der Tiefſeetiere 133
Viertes Kapitel: Die Urtiere oder Protozoën des Meeres 143
Fünftes Kapitel: Die Coelenteraten oder Hohltiere der Tiefſee.
A. Die Schwämme (Spongiae) 155
Sechſtes Kapitel: Hohltiere (Coelenterata) der Tiefſee.
B. Polypen und Quallen (Cnidaria) 178
Siebentes Kapitel: Die Stachelhäuter (Echinodermata) der Tiefſee 212
Achtes Kapitel: Die Würmer (Vermes) 242
Neuntes Kapitel: Die Gliedertiere (Arthropoda) 255
Zehntes Kapitel: Die Mollusken und Tunicaten 283
Elftes Kapitel: Die Fiſche 299

Digitized by Google

Verzeichnis der Abbildungen.

		Seite.
Fig.	1. Biologiſches Laboratorium auf dem Challenger	16
„	2. Chemiſches Laboratorium auf dem Challenger	17
„	3. Die Reiſeroute des Talisman	24
„	4 u. 5. Handlote	29
„	6. Roſs-Steilſche Tiefſee-Pinzette	30
„	7. Brooke's Tieflot	31
„	8. Fitzgeralds Tieflot	32
„	9. Hydralot	33
„	10. Hydralot des Challenger	35
„	11. Accumulator	39
„	12. Lotapparat des Talisman	40
„	13. Regiſtrierapparat	41
„	14. Fertig zum Loten	42
„	15. Eine Heteropode (Carinaria)	51
„	16. Eine Pteropode (Hyalea)	51
„	17. Miller-Caſella-Thermometer	59
„	18. Negretti-Zambra-Thermometer	60
„	19. Negretti-Zambra-Thermometer zuſammen mit Hydralot	63
„	20. Schema zum Erklären der Beeinfluſſung kalter Bodenſtrömungen durch ein unterſeeiſches Quergebirge	67
„	21. Korkſcheiben, welche den Eingang zum Schleppnetz aufgeſperrt halten	69
„	22. Tiefſee-Waſſerſchöpfer	70
„	23. Buchanans Waſſerſchöpfer	72
„	24. Photographiſcher Apparat zum Meſſen der Lichtintenſität in gröſseren Waſſertiefen nach Fol und Sarasin	76
„	25. von Peterſens photographiſcher Apparat zur Meſſung der Lichtintenſität in gröſseren Tiefen nach Carl Chun	79
„	26. Aufterndredſche	89
„	27. Dredſche des „Blake", ohne den äuſsern Überzug	92
„	28. Sigsbees Harkendredſche	92
„	29. Alte Hanfleine der Dredſche und neue Drahtleine	93
„	30. Groſses Tiefſee-Grundnetz (Modell Sigsbee-Agaſſiz)	95
„	31. Schwebnetz	96
„	32. von Peterſens Schlieſsnetz nach Carl Chun	98
„	33. Sigsbee's Quaſtendredſche	101
„	34. Dampfwinde zum Aufziehen der Grundnetze	104
„	35. Winde zum Aufrollen der aus Stahldraht beſtehenden Dredſchleine	105

Digitized by Google

Seite.

Fig. 36. Das Trawlnetz des Talisman bereit zum Auswerfen 106
„ 37. Ankunft der Dredſche an Bord des Talisman 110
„ 38. Marquis de Folin mit ſeinen Gefährten unterſuchen bei Kap Breton den Inhalt der Dredſchen 111
„ 39. Ein Tiefſeefiſch (Scopelus s. Neoscopelus macrolepidotus) 114
„ 40. Ethusa granulata, blinde Form, aber noch mit dem urſprünglichen Stirnſtachel 125
„ 41 u. 42. Foraminiferen 145. 147
„ 43. Radiolarien 150
„ 44. Oberflächen-Radiolarien 152
„ 45. Anatomie von Kalkſchwämmen 157
„ 46. Kieſelkörper von Spongien 160
„ 47. Ascandra pinus, baumförmiger Kormus eines Kalkſchwammes 162
„ 48. Hyalonema toxeres (Wyville Thomſon) 171
„ 49. Pheronema Parfaiti (H. Filhol) 173
„ 50. Askonema setubalense (Sav. Kent) 174
„ 51. Längsſchnitt durch eine Aktinie 179
„ 52. Generationswechſel eines Hydroidpolypen (Syncoryne eximia) 180
„ 53. Generationswechſel von Bougainvillia ramosa (Hydroidpolyp) 181
„ 54. Entwicklung einer Scheibenqualle (Aurelia aurita) 184
„ 55. Ein Pagurus in der Schale eines Wellhorns mit 2 Sagartia parasitica . . 188
„ 56. Stephanotrochus nobilis von den Azoren 192
„ 57. Flabellum alabastrum von den Azoren 192
„ 58. Astroïdes calycularis aus dem untiefen Waſſer des Mittelmeeres . . . 193
„ 59. Ein Korallenatoll (die Clark-Inſel) 194
„ 60. Edelkoralle (Corallium rubrum) 195
„ 61. Edelkoralle (Corallium rubrum), vorgeſtreckter Einzelpolyp 196
„ 62. Pennatuliden aus ſeichterem Waſſer 198
„ 63. Stylaster flabelliformis 204
„ 64. Zwei pelagiſche Schirmquallen (Pelagia noctiluca und Aurelia aurita) . . 209
„ 65. Rhizostoma Cuvieri 210
„ 66. Anatomie eines Seeſterns 213
„ 67. Tiefſee-Holothurien 218
„ 68. Salenia varispina 224
„ 69. Asthenosoma hystrix 225
„ 70. Ophiomusium Talismani 228
„ 71. Brisinga elegans 230
„ 72. Hymenodiscus Agassizii 231
„ 73. Porcellanaster granulosus 233
„ 74. Comatula rosacea 234
„ 75. Junge (Larven) Comatula rosacea im Pentacrinusſtadium (Pentacrinus europaeus) ſtark vergröſsert 235
„ 76. Geſtielte Crinoiden 238
„ 77. Bipinnaria genannte freiſchwimmende Larve eines Echinoderms 241
„ 78. Nereïs cultrifera 245
„ 79. Serpula contortuplicata 246

Digitized by Google

Seite.

Fig. 80. Terebella Edwardsii 247
„ 81. Hyalinoecia Mahieuxii 248
„ 82. Terebratella dorsata 251
„ 83. Eine Rhynchonella 252
„ 84. Rhynchonella psittacea 252
„ 85. Eine Entenmuſchel (Lepas anatifera) 257
„ 86. Rieſen-Tiefſeeaſſel (Bathynomus giganteus) 261
„ 87. Gnathophausia zoëa 264
„ 88. Pentacheles spinosus 267
„ 89. Thaumastocheles zaleuca 269
„ 90. Nematocarcinus gracilipes 270
„ 91. Hapalopoda investigator 271
„ 92. Galathodes Antonii 272
„ 93. Pachygaster formosus 274
„ 94. Pagurus abyssorum 275
„ 95. Xylopagurus rectus 276
„ 96. Lithodes ferox 277
„ 97. Dicranodromia Mahyeuxii aus der Bai von Biscaya 278
„ 98. Scyramathia Carpenteri, Ergasticus Clouei, Lyspognathus Thomsoni . . 280
„ 99. Colossendeis arcuata 281
„ 100. Mollusken und Brachiopoden der Tiefſee 288
„ 101. Fusus abyssorum 289
„ 102. Oechoris sulcata 289
„ 103. Eine Aſcidie im Längsſchnitt 297
„ 104. Cynthia papillata 297
„ 105. Antennarius marmoratus 307
„ 106. Neostoma bathyphilum 310
„ 107. Stomias boa mit Leuchtorganen am Bauch 318
„ 108. Malacosteus niger 319
„ 109. Centrophorus chalceus 324
„ 110. Bathypterois longipes 325
„ 111. Eustomias obscurus 327
„ 112. Macrurus globiceps 329
„ 113. Melancetus Johnstoni 330
„ 114. Saccopharynx pelnocanoides 331

Tafeln auf Tonpapier.

I. Ausgewaſchene Skelette zweier Hexactinelliden 154
II. Drei Exemplare einer Hexactinellide (Trichaptella elegans) 176
III. Anſicht des Bodens des nördlichen atlantiſchen Ozeans bei 1200 Meter Tiefe . 200
IV. Anſicht des Meeresbodens bei 1500 Meter Tiefe 240

Digitized by Google

Einleitung.

Das gewaltige, erhabene Meer hat bei allen Völkern, die es kennen und zu allen Zeiten als etwas Heiliges gegolten. Die alten Dichter reden von der „heiligen Salzflut“ und Homer nennt den Ozean den Vater aller Dinge.

Der Menſch thut beim Anſchauen der unbegrenzten Waſſermaſſe gleichſam einen Blick in die Unendlichkeit, — Ehrfurcht erfaßt ſein Herz, er fühlet ſich nichtig, er fühlet ſich klein und empfindet wie der Wandrer im Fauſt:

Und nun laſst hervor mich treten,
Schau'n das grenzenlose Meer;
Laſst mich knieen, laſst mich beten,
Mich bedrängt die Bruſt ſo ſehr! —

Nicht bloß erhaben, auch geheimnisvoll erſcheint das Meer! — Auch Gebirge, Wüſten und Steppen ſind großartig und gewaltig, aber ſie ſind ſtarr und tot, das Meer hingegen iſt ein rege lebender Organismus: niemals, nicht im Großen und nicht in ſeinen kleinſten Teilen iſt es in völliger Ruhe. Wie Blut im tieriſchen Körper pulſieren ſeine Strömungen, es atmet mit ſeiner Brandung und mit dem Spiel ſeiner Wellen, es hat in ſeiner Ebbe und Flut gleichſam Erſcheinungen intenſivſten Lebens, die, lange rätſelhaft geblieben, periodiſch wiederkehrend ſich wie Schlaf und Wachen des Menſchen ablöſen.

Dazu ſeine dem menſchlichen Auge für ewige Zeiten entzogenen abyſſiſchen Tiefen, ſein unendlich reicher als auf dem Lande entwickeltes, Millionen von Menſchen erhaltendes Tierleben, das wunderbare nächtliche Leuchten ſeiner Oberfläche, — alles das wirkt zuſammen eine

Digitized by Google

immer wiederkehrende, nach Erklärungen ſuchende Bewunderung in der menſchlichen Bruſt zu erwecken!

Das Altertum bevölkerte alles, Felſen und Bäume, Quellen und Ströme, Felder und Haine mit ſeinen Fabelgeſtalten, — ſie ſind verſchwunden im Lauf der Jahrhunderte und Jahrtauſende, nur im Meere vermochten ſie ſich bis auf den heutigen Tag zu erhalten und die berühmte Seeſchlange wird wohl noch in den Zeitungsſpalten unſerer Enkelkinder ſpuken! —

Trotz aller Anregung aber, die der Menſch ſeit unvordenklichen Zeiten durch das Meer erhalten hat, iſt das Studium ſeiner Natur im ganzen Umfange, die Ozeanographie, der modernſte Zweig der Naturwiſſenſchaften zu nennen. Lange ſchon waren die Bahnen der Geſtirne berechnet, das Weſen des Lichts und der Zuſammenſetzung der Körper erkannt, bevor man eine Ahnung davon hatte, wie es auf dem Boden des Meeres ausſähe.

Hier, wie ſo oft, mußte erſt die menſchliche Selbſtſucht angeregt werden, es mußten die Intereſſen der Völker ins Spiel kommen, ehe man ſich an die Löſung des Problems: wie ſind die Verhältniſſe der Natur in der Tiefe, auf dem Grunde der Ozeane? heranwagte und ſich ſtolz über die Mahnung des Dichters hinwegſehnte:

> Da drunten aber iſt's fürchterlich,
> Und der Menſch verſuche die Götter nicht
> Und begehre nimmer und nimmer zu ſchauen.
> Was ſie gnädig bedecken mit Nacht und Grauen!

Die Elektrizität iſt die Mutter der Bathy-Ozeanographie! Es wurde ein immer dringenderes Bedürfnis für die gebildete Menſchheit, die durch Meere von einander getrennten Kulturländer in der alten und in der neuen Welt mittels Telegraphe miteinander zu verbinden. Oberhalb der Oberfläche der Ozeane war dies nicht thunlich, man mußte die Leitungen in das Waſſer verſenken, man mußte Kabel legen und zwar auf den Boden, denn ſonſt würden auch noch ſo wohl verwahrte Drähte leicht und bald zerreißen und das ganze Unternehmen in Frage kommen. Um dies aber thun zu können, war es eine unabweisliche Notwendigkeit, daß man die Beſchaffenheit des Meeresbodens, ſeine Konfiguration und

Digitized by Google

ſein geologiſches Weſen kannte. Man war zu großartigen Sondirungen gezwungen, die wahrſcheinlich, wenn jene Utilitätsfrage nicht im Laufe der Zeiten eine immer brennendere geworden wäre, niemals ausgeführt ſein würden.

Das erſte Kabel wurde 1850 in dem flachen Meere des Kanals gelegt, um Frankreich und England telegraphiſch zu verbinden und jetzt ſind zwiſchen Europa und Amerika allein 9 elektriſche Wege eröffnet.

Schon vom Jahre 1845 an hatten die Engländer und Amerikaner eine Reihe von Tieflotungen im nördlichen atlantiſchen Ozean vorgenommen, welche im Jahre 1857 mit den von Leutnant Dayman geleiteten Unterſuchungen des engl. Schiffes „Cyclops“ in ſoweit einen gewiſſen Abſchluß erreichten, als man jetzt an der Hand der erkannten Thatſachen das erſte Kabel 1858 zwiſchen Irland und Neufundland legte, das am 21. Auguſt desſelben Jahres zum erſtenmal funktionierte. Aber die Sache ſollte nicht von langer Dauer ſein: ſchon kurze Zeit darauf verlor es für immer ſeine Leiſtungsfähigkeit. Erſt ſieben Jahre ſpäter (1865) machte ſich das bekannte engl. Rieſenſchiff „Great Eaſtern“ an die Arbeit. Das erſte von ihm gelegte Kabel ging verloren, endlich gelang es im Juli 1866 eine bis jetzt noch in Thätigkeit gebliebene doppelte telegraphiſche Verbindung der alten und der neuen Welt herzuſtellen, einmal durch Legung eines neuen Kabels und dann durch die Wiederauffindung des erſten im vorhergehenden Jahre verloren gegangenen.

Während dieſer Zeit (von 1858 an) hatten die Skandinavier eine ganze Reihe von kürzeren Sommerfahrten in die arktiſchen Gewäſſer unternommen, an denen auch Zoologen, namentlich der jüngere Sars, teilnahmen. Und dieſe kleinen Lokalexpeditionen ſollten auf einen Mann zurückwirken, deſſen Namen mit der Erforſchungsgeſchichte des Meeres unvergänglich, ſolange es wenigſtens eine gebildete Menſchheit giebt, verbunden ſein wird, — auf den Schotten Sir C. Wyville Thomſon, (geb. 1830 geſt. 1882). Er ſah bei dem ältern Sars, die von deſſen Sohne bei den Lofoten erbeuteten Geſchöpfe der Tiefſee und dieſer einmal gewonnene Anblick zuſammen mit der tiefeingewurzelten Überzeugung, daß auf dem „Boden des Meeres das gelobte Land der Zoologen läge,“ erhielten den lebhaft, aber fein empfindenden Mann in fortwährender

Digitized by Google

Spannung. Im Frühling 1868 war er behufs wiſſenſchaftlicher Unterſuchungen an der iriſchen Küſte zuſammen mit dem Antiſpiritiſten W. B. Carpenter. Dieſer, ein ganz hervorragender Naturforſcher, war zufolge ſeiner Verdienſte einer der Vizepräſidenten der großen und alten (1662 gegründeten) „Royal Society“, daher ein Mann von hohem wiſſenſchaftlichen Anſehen in der ganzen gelehrten Welt und von nicht geringem Einfluſſe in ſeinem Vaterlande.

Es gelang Wyville Thomſon dieſen ſeinen 17 Jahre ältern Freund für die Idee einer engliſchen Tiefſee-Expedition zu erwärmen und unterſtützt von dem Ausſchuß oder Vorſtand (council) der Royal Society wurde die Regierung vermocht, den beiden Naturforſchern das königl. Kanonenboot „Lightning“ zur Verfügung zu ſtellen. Viel war's nicht, aber es war doch etwas! Dies Fahrzeug mit dem trutzigen Namen (Lightning = Blitz) war ein kleines beengtes Schaufeldampferchen, wahrſcheinlich das älteſte von J. M. ganzen ſtolzen Marine!

Unſere Naturforſcher ſegelten aber, unbekümmert um Strapazen und Gefahren, vergnügten und hoffnungsreichen Herzens am 4. Auguſt 1868 von Pembroke in Nordſchottland aus, um in der Nähe der Faröer und im atlantiſchen Ozean nordweſtlich von Schottland zu kreuzen. Am 25. September kehrten ſie nach einer beſchwerlichen, durch die Ungunſt der Witterung und die Gebrechlichkeit des Fahrzeugs ſelbſt gefährlichen Fahrt heim. Nur zehnmal hatten ſie das Schleppnetz in offner See und nur viermal bis auf eine Tiefe von mehr als 500 Faden auszuwerfen vermocht. Aber doch waren in Anbetracht der kurzen Zeit und der ungünſtigen Verhältniſſe die Reſultate glänzend zu nennen.

Abgeſehen von wertvollen Beobachtungen über die Verhältniſſe der Tiefe und der Temperatur der durchkreuzten Meere gelang zum erſtenmale der poſitive Nachweis, daß bis zu einer Tiefe von mindeſtens 650 Faden ein reiches und mannigfaltiges, durch faſt alle Gruppen der wirbelloſen Tiere vertretenes Leben herrſcht und daß in jenen Tiefen nicht bloß, wie wohl zu erwarten, für die Wiſſenſchaft neue Formen haufen, ſondern auch ſolche, welche man für ausgeſtorben und verſchwunden ſeit den Tagen der Tertiärzeit hielt.

Der Vorſtand der Royal Society konnte nun mit dem Hinweis auf

Digitized by Google

ſolche, trotz den mißlichſten Verhältniſſen, erzielte Erfolge einen ſtärkeren Druck an geeigneter Stelle ausüben und für den Sommer 1870 ſtellte die Admiralität das Wachtſchiff „Porcupine“ (Stachelſchwein) zur Verfügung.

Der Porcupine war zwar auch nur ein kleines Fahrzeug, aber ſonſt in jeder Beziehung ausgezeichnet ſeetüchtig, ſehr ſtark und dem mühſeligen, nicht gefahrloſen Wachtdienſt entſprechend ausgerüſtet. Namentlich war auch ſeine Bemannung, von den shetländer Matroſen bis zum Kapitän Calver hinauf, eine ganz vorzügliche. Calver und ſeine Offiziere hatten lebhaftes Intereſſe für die Intentionen der Naturforſcher, was bei Seeoffizieren auf Expeditionen durchaus nicht immer der Fall iſt, aber wenn etwas Tüchtiges erreicht werden ſoll, eigentlich als eine der erſten Hauptbedingungen angeſehen werden muß. Der Kapitän eines Schiffes, als momentane abſolute Autorität, gegen die es keinen Appell giebt, kann den ihn begleitenden Naturforſchern das Leben gewaltig ſauer machen, ihnen die Sache verleiden und ſo den ganzen Erfolg eines wiſſenſchaftlichen Unternehmens in Frage ſtellen.

Wyville Thomſon findet für Calver und ſeine Leute nur Worte der wärmſten Anerkennung und hebt namentlich des erſteren Verdienſte hervor, die er ſich dadurch um die Wiſſenſchaft erworben hat, daß er ſich der Dredſchungen beſonders annahm und in ihren Ausführungen bald eine große Meiſterſchaft erwarb.

Im Jahre 1869 unternahm der Porcupine drei Fahrten. Die erſte an der Weſtküſte von England zu der nach ihm benannten „Porcupine-Bank“ (53° 30′ n. Br., 13—14° weſtl. L. v. Gr.) und in dem Kanal zwiſchen der Rockall-Bank und Schottland; dieſe Expedition wurde wiſſenſchaftlich von dem ſyſtematiſchen Konchyliologen Gwyn Jeffreys geleitet. Die zweite richtete ſich von Queenſtown ſüdlich in die Bay von Biscaya bis zu 47° 30′ ſ. Br. und ſtand unter der wiſſenſchaftlichen Direktion von Carpenter und die dritte endlich fand unter Leitung von Wyville Thomſon wieder in den Meeresteilen ſtatt, wo im Jahre vorher der Lightning gekreuzt hatte, alſo zwiſchen den Hebriden, Faröer und den Shetland-Inſeln. Während dieſer drei Fahrten wurden 90 Dredſchungen ausgeführt und die größte Tiefe,

Digitized by Google

nämlich 2435 Faden (4453 Meter), am ſüdlichſten, von der zweiten Expedition erreichten Punkte angetroffen.

Im folgenden Jahre (1870) fuhr der Porcupine am 4. Juli zu einer größeren Expedition ſüdwärts quer durch die Bay von Biscaya, entlang der ſpaniſchen Weſtküſte, folgte, die Straße von Gibraltar paſſierend, der afrikaniſchen Nordküſte, verließ dieſelbe bei Cap Bon, um ſich der ſizilianiſchen Südküſte zuzuwenden, lief Malta an, durchfuhr die Straße von Meſſina, wandte ſich darauf ohne Aufenthalt in gerader Linie wieder der Straße von Gibraltar zu und fuhr dann heimwärts, um am 8. October in Cowes vor Anker zu gehen. Die wiſſenſchaftliche Leitung der Expedition war ſo gedacht, daß die drei früheren Leiter Gwyn Jeffreys, Carpenter und Wyville Thomſon ſich in dieſelbe teilen ſollten. Bis zum 6. Auguſt war ſie in Händen von Gwyn Jeffreys, ging dann für zwei Wochen auf Carpenter über. Leider wurde aber Wyville Thomſon durch Krankheit verhindert, Anfang September der Expedition folgen und die Direktion übernehmen zu können, und ſo blieb dieſelbe in den Händen Carpenter's. Auf dieſer Fahrt wurden 61 Dredſchungen vorgenommen und die größte Tiefe (1743 Faden = 3157,5 Meter) nordöſtlich von Malta erreicht.

Vielleicht hat niemals eine wiſſenſchaftliche Reiſe von ſo kurzer Dauer ſo viel Neues und Bahnbrechendes an das Tageslicht gefördert als die dreimonatliche Fahrt des Porcupine. Durch dieſelbe wurden alte Anſichten von Vertheilungen der Temperatur im Meere, von der Beſchaffenheit ſeines Bodens, von der Tierwelt ſeiner Tiefe für immer über den Haufen geſtoßen.

Es iſt leicht begreiflich, daß bei einer ſeefahrenden Nation, wie es die Engländer ſind, das öffentliche Intereſſe durch alle jene neuen Beobachtungen und Entdeckungen in hohem Maße in Anſpruch genommen wurde. Einmal war es immer noch die praktiſche Seite, die Wichtigkeit der Befunde namentlich für das unterſeeiſche Telegraphenweſen, die unſern Stammesgenoſſen jenſeits des Kanals imponierte, dann aber doch auch die rein theoretiſch-wiſſenſchaftliche: dem Zauber ſo wunderbarer Thatſachen, wenn ſie auch bloß niedere Tiere be-

Digitized by Google

treffen, kann ſich ein gutorganiſiertes Menſchengemüt doch nur ſchwer verſchließen.

Und die engliſchen Forſcher, allen voran Carpenter, verſtanden das Eiſen meiſterlich zu ſchmieden, ſolange es von dem nationalen Intereſſe erwärmt war. In ſeiner Eigenſchaft als einer der Vorſitzenden der Royal Society ſchrieb er einen Brief an den erſten Lord der Admiralität, in welchem er auf die ungeheure Wichtigkeit, ja Notwendigkeit einer wiſſenſchaftlichen Erdumſegelung in großem Stile, unter einem eignen Forſcherſtabe und ausgeſtattet mit allen modernen Hülfsmitteln hinwies. Er fand das nötige Entgegenkommen. Es wurde eine Kommiſſion von ſeiten der Royal Society ernannt, welche nun mit Plänen und Entwürfen hervortrat.

Zugleich war es auch gelungen, den damaligen Finanzminiſter für die Idee zu gewinnen und das Intereſſe des großen Publikums in Spannung zu halten, und ſo fand eine Rede, welche Lowe im Hauſe der Gemeinen hielt, und in welcher er ausführte, eine ſolche Expedition ſei eine nationale Ehrenſache und müſſe völlig auf öffentliche Koſten ausgerüſtet werden, die lebhafteſte Zuſtimmung.

So wurde J. M. Korvette „Challenger“ (der Herausforderer, provocateur), ein Schiff von 2306 Tons und mit einer Hülfsdampfkraft bis zu 1234 Pferdekraft, auserſehen, neue, wiſſenſchaftliche Argonauten zur Gewinnung des goldenen Vließes der Forſchung über die Ozeane zu tragen. Die Regierung ſuchte unter ihren Offizieren anerkannt tüchtige Leute aus, welche zuſammen mit ihrem Kommandanten, dem bewährten Kapitän George S. Nares, einen Stab von 23 Mann bildeten. Der wiſſenſchaftliche Stab beſtand aus Profeſſor Wyville Thomſon als Direktor, J. Y. Buchanan als Phyſiko-Chemiker, H. N. Moſeley und Dr. v. Willemoës-Suhm als Zoologen, J. Murray als Geologen und J. J. Wild als Zeichner und Sekretär des Direktors. Einer ſollte nicht wiederkehren von dieſer Fahrt — Rudolf von Willemoës-Suhm. Am 14. September hat man ihn 380 Seemeilen nördlich von Tahiti ſeemänniſch beſtattet. Der ſtille Ozean iſt ſein Grab, der Dank der Wiſſenſchaft ſein Leichenſtein!

Mit dem Challenger waren, wenn er ſeinem dermaligen Zwecke

Digitized by Google

als großes, ſchwimmendes, naturwiſſenſchaftliches Laboratorium entſprechen ſollte, große innere Veränderungen vorzunehmen. Erſtens mußte man Platz ſchaffen und man gewann ihn auf Koſten der Schiffsarmatur: von den 18 Stück 68Pfündern mußten 16 den friedlichen Waffen der Forſcher weichen. Ach, wenn wir es doch noch erleben könnten, daß überall unter den ziviliſierten Völkern der Männermord der Kultur wiche, daß die ultimae rationes regum vor der humanitas endlich, endlich einmal verſtummen müßten!

Verſchiedene Laboratorien waren eingerichtet, wobei das Talent der

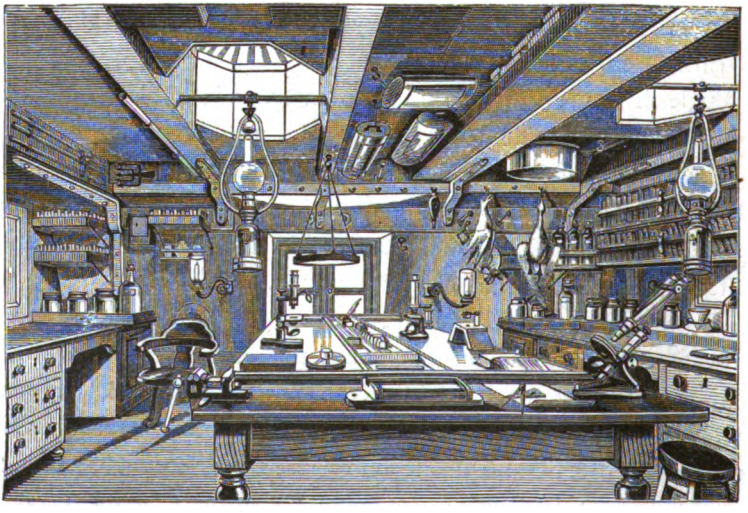


Fig. 1. Biologiſches Laboratorium auf dem Challenger.

Engländer praktiſch und kompendiös zu arbeiten ſich ſo recht entfalten konnte. Da war zunächſt eine biologiſche Werkſtatt, 20 Fuß lang, 12 breit, mit 200, 2300 Sammelgläſer enthaltenden Käſten ausgeſtattet, gefüllt mit Spiritusbehältern, mikroſkopiſchen Reagentien, mit zahlreichen Mikroſkopen der beſten Optiker der Welt, mit allen möglichen anatomiſchen und phyſiologiſchen Inſtrumenten und Apparaten, kurz, mit all den tauſend Dingen, die der ſammelnde und unterſuchende Zoologe und Botaniker braucht.

Dem zoologiſch-botaniſchen Laboratorium lag ein chemiſches von

Digitized by Google

10 Fuß Länge und zirka 5 Fuß Breite gegenüber, trotz ſeiner geringen Größe ausgerüſtet mit den beſten, feinſten und koſtbarſten Hilfsmitteln der modernen Wiſſenſchaft, mit jenen ſo wunderbar geiſtreich ausgedachten Apparaten die atmoſphäriſchen Gaſe aus dem Seewaſſer zu ſammeln, die in ihm enthaltene Kohlenſäure zu gewinnen, und die Gaſe ſelbſt zu analyſieren. Weiter war ein photographiſches Atelier vorhanden mit einer Dunkelkammer, ſowie eine Bibliothek der beſten Fachwerke und ein anſehnliches Aquarium fehlte nicht. Dem Natur-

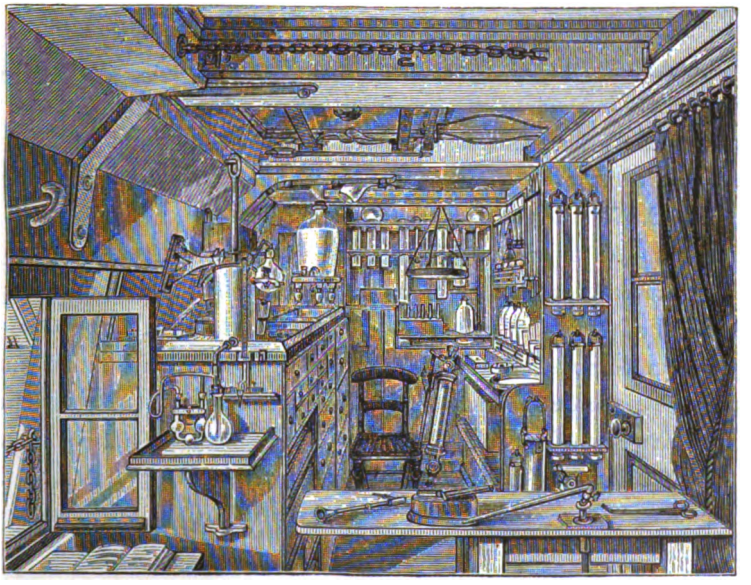


Fig. 2. Chemiſches Laboratorium auf dem Challenger.

forſcher lacht das Herz im Leibe, wenn er hiervon erzählt und etwas wie gelinder Neid oder wenigſtens Bedauern beſchleicht ihn, daß er nicht mit von der Partie hatte ſein können!

Das Verdeck des Ex-Kriegsſchiffes war weiter noch zum guten Teil den friedlichen Zwecken der Wiſſenſchaft geweiht: eine doppelcylindriſche Lokomobile von 18 Pferdekraft nahm faſt die ganze Breite des Schiffes ein und war dazu beſtimmt, die ganzen wichtigen Apparate für die Tiefſeeunterſuchungen, die Dredſchen, Lote u. ſ. w. hinabzulaſſen und herauf-

Digitized by Google

zuholen, und weiter fanden ſich hier die Inſtrumente für die magnetiſchen Beobachtungen.

So war der Challenger bereit für ſein großes Friedenswerk. Am 15. November 1872 wurde er in Dienſt geſtellt und verließ Vormittag halbzwölf am 21. Dezember 1872 den Hafen von Portsmouth, um zunächſt ziemlich auf der Höhe des 10° weſtl. L. v. Gr. die Weſtküſte Spaniens zu gewinnen und dieſe entlang bis Gibraltar zu fahren. Von hier ging die Fahrt nach Madeira und den Kanaren, weiter quer über den atlantiſchen Ozean zu den Antillen, dann nördlich nach den Bermudas und nordweſtlich bis nach Halifax, zurück nach den Bermudas, über die Azoren und Madeira nach den Kanaren und Kapverden, die atlantiſche Küſte Afrikas entlang bis ungefähr 0° 40′ ſ. Br. Jetzt wurde der atlantiſche Ozean abermals gekreuzt, das Felſeneiland St. Paul und Fernando Noronho angelaufen, der Oſtküſte Südamerikas entlang geſegelt bis Bahia und dann wieder quer über den atlantiſchen Ozean nach Triſtan d'Acunha und weiter nach der Kapſtadt gefahren, wo der Challenger am 28. Oktober 1873 und zwar in der Simonsbai vor Anker ging.

Dieſe Fahrt iſt der erſte Teil der Reiſe. Am 16. Dezember 1873 begann von Simonsbai aus der zweite über die Marioninſel an der Crozetgruppe vorbei zunächſt nach Kerguelenland und weiter in die antarktiſchen Gewäſſer, in denen am 16. Februar 1874 auf 66° 40′ ſ. Br. und 18° öſtl. L. der ſüdlichſte Punkt der ganzen Reiſe erreicht wurde. Von hier wandte ſich die Expedition nordöſtlich auf Auſtralien zu, wo ſie am 17. März in den Hafen von Melbourne einlief, den ſie am 1. April wieder verließ, um am 6. April vor Sydney vor Anker zu gehen. Nach zweimonatlichem Aufenthalt ging die Reiſe weiter nach Wellington auf Neuſeeland, von da nach Tongatabu, an die Südweſtküſte von Neuguinea, nach den Philippinen und Hongkong. Darauf folgt der dritte Abſchnitt der Reiſe: zurück an die Nordoſtküſte Neuguineas, über die Admiralitätsinſeln nach Yokohama, weiter zunächſt oſtnordöſtlich, dann im rechten Winkel ſüdlich nach den Sandwichinſeln, über Tahiti und Juan Fernandez nach Valparaiſo und als das Schiff am 20. Januar 1876 aus der Magellanſtraße ausgelaufen war, hatte es drei Viertel ſeiner Reiſe hinter ſich.

Digitized by Google

Der vierte Abſchnitt war der Heimfahrt gewidmet: über Montevideo, Ascenſion, die Kapverden und Vigo an der Weſtküſte Spaniens nach Sherneß, wo der Challenger Donnerstag den 25. Mai einlief, nachdem er 719 Tage in offner See geweſen war, 68890 Seemeilen zurückgelegt, 96567 Zentner Steinkohlen verbraucht, 370 Tiefſeelotungen, 255 Temperaturmeſſungen, 111 Züge mit der Dredſche und 129 mit dem Trawlnetze gemacht hatte, — die größte und wiſſenſchaftlich erfolgreichſte Reiſe, welche bis dahin überhaupt unternommen worden war.

Gewaltig war das gewonnene Material, ungeheuer der Reichtum an neuaufgefundenen Tiergeſtalten, — mit der Reiſe des Challenger beginnt ein neuer Abſchnitt in der Geſchichte der beſchreibenden Zoologie!

In einigen 20 ſtarken Quartanten mit vielen Hunderten köſtlicher Tafeln iſt die erlangte Beute von den beſten Kräften Englands, zum Teil aber auch des Auslandes, namentlich Deutſchlands (Haeckel, F. E. Schulze), bis jetzt aber noch nicht völlig bearbeitet worden, — ein herrliches Denkmal der Opferfreudigkeit und der Energie Wyville Thomſons und Carpenters, der Vaterlandsliebe und der Humanität des engliſchen Volkes, des Verſtändniſſes und des Wohlwollens ſeiner Regierung!

Alexander Agaſſiz, ein gewiß kompetenter Beurteiler, war, als er die vom Challenger heimgebrachten Schätze durchmuſterte, von ihrem Reichtume und ihrem Erhaltungszuſtande entzückt und er betont in einem Briefe, den er an die Redaktion der berühmten und einflußreichen engliſchen Zeitſchrift „Nature“ ſchrieb, wie wichtig auch alle genauen und gewiſſenhaft genommenen Angaben über die Verhältniſſe der Fundorte der Objekte, welche der Challenger geſammelt hatte, ſeien. Der Reichtum an dieſen Objekten ſei ſo groß, daß ein einzelner Forſcher, wenn er die umfaſſenden Kenntniſſe von 18 bis 20 der vorzüglichſten Spezialiſten hätte, ſicher 70—75 Jahre angeſtrengter Arbeit nötig haben würde, das Material zu bearbeiten, — ein Zeitraum, der, wie wir jetzt beſſer überſehen können, noch zu niedrig gegriffen iſt. Jede ſpätere Tiefſeeexpedition, glaubt Agaſſiz, könne kaum mehr thun als auf der Challengerfahrt zweifelhaft gebliebene Punkte aufzuklären und einige Lücken auszufüllen.

Digitized by Google

Die übrigen Tiefseeexpeditionen sind lokaler Art, so namentlich diejenigen der Amerikaner in den Golf von Mexiko, in das Caraïbische Meer und andere südamerikanische Gewässer.

Von seiten der Vereinigten Staaten war schon seit längeren Jahren viel zur Kenntnis der benachbarten Meere gethan: so war 1868 der Corvin ausgelaufen zur Untersuchung zwischen West Key und der Habanna, eine Expedition, welche indessen wegen des gelben Fiebers bald unterbrochen werden mußte. Im selben Jahre folgte aber noch der Bibb zur Erforschung des Golfstromes bei Sambrero, des Kanals St. Nicolas und eines Teiles des Kanals Santarem und als dasselbe Schiff im folgenden Jahre wieder ausfuhr, nahm auch ein rühmlichst bekannter Zoologe, Graf Pourtalès, an der Reise teil.

Ein größeres Unternehmen wurde in den Jahren 1871/72 entriert, eine Reise entlang der Ostküste Amerikas, um das Kap Horn herum, entlang der Westküste bis Kalifornien. An Bord des Haßler, der zu dieser Expedition ausersehen war, befand sich Louis Agassiz (der Vater von Alexander), wieder Graf Pourtalès und Dr. Steindachner.

In den Wintern von 1875—1877 erforschte das Schiff Blake zunächst nur durch Lotungen und Messungen von Temperatur und Dichtigkeit des Wassers den Golf von Mexiko, in den Wintern 1877/78, 1878/79 und 1879/80 nahm Alexander Agassiz teil an den Fahrten dieses Schiffes in die Straße von Florida und in die Caraïbische See. Auf einen bessern zoologischen Leiter des Unternehmens wie auf den jüngern Agassiz hätte die Wahl kaum fallen können; dieser Mann ist, was die niederen Seetiere, speziell die Coelenteraten und Echinodermen betrifft, eine der allerersten Autoritäten, dabei von einem seltenen praktischen Geschick und, last not least, von höchst objektivem Urteile.

Diese beiden letzten Expeditionen des Blake waren denn auch in erster Linie im Dienste der Zoologie unternommen; eine Reihe später noch zu erwähnender Fangnetze, Dredschen u. s. w. wurde hier zum erstenmale in Anwendung gebracht und im ganzen wurde 307mal gefischt und zwar bis gegen 2400 Faden tief. Die dabei zum erstenmale in Anwendung kommende Dredschleine aus stählernem Klaviersaitendraht anstatt aus Hanf bewährte sich ganz vortrefflich.

Digitized by Google

Mehrere Tauſend Tierformen, darunter Hunderte neuer, wurden an das Tageslicht befördert und zugleich der Nachweis geliefert, daß doch auch ſtellenweiſe in den großen Tiefen des Meeres ſich Lokalfaunen haben entwickeln können, da in den weſtindiſchen Gewäſſern der fauniſtiſche Charakter weſentlich anders iſt als derjenige in der öſtlichen Hälfte des atlantiſchen Ozeans jenſeits des großen Längsgebirges. Man möchte eine Anerkennung der Verdienſte Alexander Agaſſiz' von ſeiten Poſeidons darin ſehen, daß ganz beſonders die gefundenen Echinodermen von hervorragendem Intereſſe waren, doch war auch die Ausbeute an merkwürdigen Kruſtentieren eine ſehr bedeutende. Verhältnismäßig gering war, mit den Befunden aus dem öſtlichen atlantiſchen, dem indiſchen und ſtillen Ozean verglichen, die Zahl der Hexaktinelliden.

Die Unterſuchungen des amerikaniſchen Schiffes Blake, während welcher die Methoden der Tiefſeelotung und des Dredſchens ganz umgeſtaltet wurden, bilden gewiß, wie E. Rathbun mit nationalem Stolze hervorhebt, eine Reihe der wichtigſten Fortſchrittsſtufen auf dem Gebiete der Tiefſeeforſchung.

Von großer wiſſenſchaftlicher Bedeutung und mit glänzendem Erfolge ausgeführt ſind die drei Sommerfahrten, welche der norwegiſche Dampfer „Voeringen“ unter der Leitung von H. Mohn während 1876—78 in den arktiſchen Gewäſſern zwiſchen der norwegiſchen Küſte, Island, Jan Mayen und Spitzbergen ausführte. Am intereſſanteſten ſind die Reſultate der Unterſuchungen, welche ſich auf die 25 geogr. Meilen weſtlich von der norwegiſchen Küſte zirka 300 Faden unter der Oberfläche des Meeres gelegene Barrière, welche an ihrem nördlichen Ende „Havbro“ genannt wird, beziehen. Hier beginnt eine kalte Meereszone mit zirka 0—1,6° Celſius und mit einer ſehr eigentümlichen Fauna; dieſelbe iſt rein arktiſch oder glazial, ohne die Spur von Beimiſchung ſüdlicher Formen, aber trotzdem ſehr reich, reicher als diejenige der Küſte ſelbſt. Die zoologiſchen Reſultate dieſer Expeditionen werden von den erſten ſkandinaviſchen Spezialiſten bearbeitet und die betreffenden Abhandlungen bilden Zierden der Fachlitteratur.

Eine kleine Expedition rüſtete 1881 die italieniſche Regierung unter Leitung des Florentiner Zoologen Giglioli aus. Der Kriegsdampfer

Digitized by Google

Wafhington unterfuchte die Meere öftlich und füdlich von Sardinien und fondierte dabei als größte Tiefe 3650 Meter zwifchen der Infel und Neapel. Durch Dredfchungen, deren tiefte bei 3115 Meter ftattfand, wurde die Gegenwart einer wirklich atlantifch-ozeanifchen Tiefeefauna im Mittelmeere nachgewiefen.

Es ift ein Glück für die Wiffenfchaft, daß auch heute noch „der Ruhm des Themiftokles den Alcibiades nicht fchlafen läßt!“

Der Ehrgeiz der Franzofen, einer feit den Tagen Buffons in den zoologifchen Wiffenfchaften hervorragenden Nation, mußte begreiflicherweife durch die Erfolge, welche das Ausland durch feine Tiefeeforfchungen errungen hatte, mächtig erregt werden.

„Man fchrieb 1880,“ fagt Perrier: „la France hatte bereits glänzend bewiefen, daß fie aus der Rekonvaleszenz endlich heraus fei und daß fie im ftande wäre, ihre Stelle unter den Völkern wieder einzunehmen. Die Zeit fchien ihren Naturforfchern gekommen zu fein, die Regierung auf die Fragen, um welche es fich handelte, aufmerkfam zu machen und von ihr die Mittel zu fordern, dem Lande einen ehrenvollen Anteil an der Löfung derfelben zu fichern.“

Ein früherer Seeoffizier und begeifterter, durch eigene Unterfuchungen bekannter Tiefeeforfcher, der Marquis de Folin, gewann leicht die in Frankreich exiftierende „Commission des missions scientifiques“ ihn bei feinen Gefuchen an die zuftändigen Miniſter des öffentlichen Unterrichts und der Marine um ftaatliche Beteiligung bei jenen Forfchungen zu unterftützen. Der Vorfitzende der Kommiffion, der ehrwürdige, uralte Henry Milne Edwards, einer der hervorragendften Zoologen und trotz feines engliſchen Namens und feiner belgifchen Vaterftadt (Brügge) ein Vollblutfranzofe, machte die Idee Folins zu der feinigen „und entfaltete feinen ganzen Einfluß, feine ganze tiefe Menfchen- und Sachkenntnis, eine erfte franzöfifche Tiefeeexpedition zu ftande zu bringen.“ Das Stationsfchiff von Rochefort, das den Namen „le Travailleur“ (der Arbeiter) trug, wurde 1880 mit einer Kommiffion hervorragender Forfcher unter Vorfitz des jüngern Milne Edwards an Bord, zunächft zu einer Tiefeeexpedition in die Bay von Biscaya entlang der fpanifchen Nordküfte entfendet. Auch hier war es diefelbe Gefchichte wie in England

Digitized by Google

mit dem Lightning: der Travailleur, ein alter Raddampfer, ging ſchlecht mit Dampf, noch ſchlechter unter Segel, aber glücklicherweiſe war er wenigſtens ſolider als das engliſche Unglücksſchiff. Man ſollte faſt meinen, manche Regierungen dächten bisweilen, für Zoologen ſei auch das Schlechteſte noch lange gut genug!

Dieſe Expedition ſollte nichts ſein als ein nur auf 14 Tage berechneter Verſuch und doch waren die Reſultate zu überraſchend reich, als daß man nicht an eine erweiterte Fortſetzung hätte denken ſollen. Im folgenden Jahre (1881) ging der Travailleur wieder mit der naturwiſſenſchaftlichen Kommiſſion unter Vorſitz von Alphons Milne Edwards am 9. Juni von Rochefort aus in See, umfuhr Spanien, legte in Marſeille, Nizza und Ajaccio an und lief nach Zurücklegung faſt der nämlichen Strecke am 19. Auguſt im Ausgangshafen wieder ein. Die Beobachtungen allgemein-ozeanographiſcher Art, welche auf dieſer zweiten Reiſe gemacht wurden, ſind, namentlich rückſichtlich der Beziehungen des Mittelmeers zum atlantiſchen Ozean, teilweiſe ſehr merkwürdig, verhältnismäßig gering indeſſen war die zoologiſche Ausbeute, welche nur auf der Rückreiſe längs der portugieſiſchen Küſte den Erwartungen entſprach.

Eine dritte Fahrt unternahm der Travailleur 1882 zur abermaligen Unterſuchung der Bai von Biscaya und der Küſte von Portugal bis zu den Kanaren, eine ſtarke Leiſtung für dieſes Schiff. Die Fahrten des Travailleur waren eigentlich nur Vorbereitungen zu einer entſcheidenden Expedition und ſollten auch nicht viel mehr ſein: die wiſſenſchaftlichen Apparate ſollten auf ihnen vervollkommnet und ihr Gebrauch geübt werden.

Am 1. Juni 1883 verließ das Rekognoszierungsſchiff, der Talisman, ein weit beſſeres Fahrzeug als der Travailleur, ein guter Dampfer und tüchtiger Segler, mit der früheren wiſſenſchaftlichen Kommiſſion den Hafen von Rochefort. Er nahm ſeinen Kurs ſüdwärts entlang der iberiſchen und nordafrikaniſchen Weſtküſte über Cadix und die Kanaren nach den Kapverden, fuhr von hier weſtlich zum Beſuch des Sargaſſomeeres, dann nach den Azoren und traf am 31. Auguſt wieder in Rochefort ein. Der Erfolg dieſer Reiſe in zoologiſcher Hinſicht war ein ſehr

Digitized by Google

reicher zu nennen: nicht nur wurden viele vom Challenger entdeckte Tiefſeetiere wieder gefunden, es wurden zu den ſchon bekannten zahlreiche neue hinzugefügt und weiter ganz beſonders die intereſſante Fauna des Sargaſſomeeres reichlich geſammelt. Die franzöſiſchen Forſcher durften mit wohlberechtigtem Stolze auf die Reſultate dieſer Reiſe zurückblicken.

Viel iſt gethan in den zwanzig Jahren ſeit der Lightning am 4. Auguſt 1868 Pembroke verließ, aber viel bleibt noch zu thun. Noch harren viele Probleme auf allen Gebieten der Tiefſeekunde der Löſung, noch iſt die große Arbeit unvollendet.

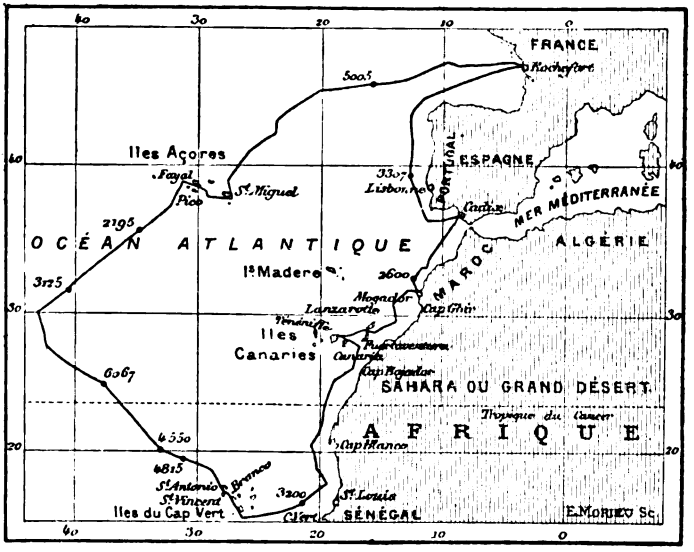


Fig. 3. Die Reiſeroute des Talisman.

Digitized by Google

Allgemeiner Teil.

Physik und Chemie der Tiefsee.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tiefseekunde.

Die Tiefe des Meeres und die Lotapparate. Die Tiefen des Meeres und ihre Verteilung genau zu kennen ist von mehrfacher Wichtigkeit.

Der Seefahrer muß der Sicherheit von Schiff, Mannschaft und Ladung halber wissen, wie viel Tiefe er hat oder er muß wenigstens auf dem Laufenden darüber sein, wo in den von ihm befahrenen Gewässern die Minimaltiefe, bei welcher er noch sicher fahren kann, aufhört. Seit Jahrhunderten haben die seefahrenden gebildeten Nationen die von den verschiedenen Seeleuten in dieser Hinsicht gewonnenen Erfahrungen gesammelt und in Büchern, namentlich aber in Karten, das verarbeitete Material niedergelegt. Es liegt in der Natur der Sache, daß vielbefahrene Straßen und oft besuchte Küsten betreffs ihrer Tiefenverhältnisse am besten gekannt sind; hier braucht nur selten die Lotleine ausgeworfen zu werden. Anders aber wird es, wenn sich das Schiff auf nur wenig gekanntem Gebiete in der Nähe von Küsten bewegt; dann muß nach kurzen Zwischenräumen „gepeilt" und oft mit großer Vorsicht gefahren werden.

Dem gewöhnlichen praktischen Seemann kann es freilich einerlei sein zu wissen, ob das Meer unter ihm und seinem Schiffe 100 oder 1000 Meter tief ist, es sind andere Fragen, die darin ihre Beantwortung suchen.

Einmal ist es, wie schon vorher angedeutet wurde, von eminenter Wichtigkeit für die Legung der unterseeischen Telegraphenkabel ganz genau die Tiefenverhältnisse der betreffenden Meere zu kennen, namentlich handelt es sich darum, hierzu eine möglichst ebene submarine Fläche

Digitized by Google

zu finden, da natürlich bei ſehr zerriſſenem Meeresboden, bei ſtarkem und häufigem Wechſel von Berg und Thal, die Legung des Kabels viel ſchwieriger und ſeine Sicherheit weit mehr gefährdet wird.

Dann aber hat die Kenntnis der „bathymetriſchen“ Verhältniſſe der Meere großes wiſſenſchaftliches Intereſſe ſowohl an und für ſich, wie namentlich auch mit Rückſicht auf andere Fragen. So gut man die Höhen der Berge mißt, nur mit dem idealen Zweck den Wiſſenstrieb zu befriedigen, ſo gut wirft der Forſcher das Lot aus um, nur der Wiſſenſchaft wegen, in Erfahrung zu bringen, wie groß die Tiefe der Gewäſſer iſt. Dieſe Tiefe iſt aber auch ein wichtiger Faktor, der bei der Beurteilung der Organiſation der dort hauſenden Geſchöpfe mit in Anſchlag gebracht werden muß und die Kenntnis der Verteilung des Waſſers in vertikaler Richtung iſt für die Löſung gewiſſer, die allgemeine Naturgeſchichte der Erde betreffender, uns hier allerdings ferne liegender Fragen von höchſter Bedeutung.

Schon der Naturmenſch hat vielleicht, wie es die Kinder gern noch heute thun, von bloßer Neugierde angeſtachelt, an eine rohe Schnur einen Stein gebunden und ihn ins Waſſer geſenkt, um dann an der Länge des Fadens deſſen Tiefe zu beſtimmen. Und faſt alle Inſtrumente, die wir heute zu den bathymetriſchen Meſſungen anwenden, ſind nur Modifikationen dieſes rohen Urlots, — ſehr fein ausgedachte und ausgearbeitete zwar, aber doch nur Modifikationen. Auch heute noch handelt es ſich bei den Sondierungsmaſchinen in erſter Linie um einen ſchweren Gegenſtand, der an einer Leine befeſtigt verſenkt wird, worauf man die Länge des mitverſenkten Stücks der Leine und damit die Tiefe des Waſſers beſtimmt.

Die einfachſte und bis 1817 ausſchließlich gebräuchliche Form des Lotes iſt das Handlot: ein ſchlanker Bleikegel von verſchiedener Schwere, je nach dem mutmaßlichen Betrag der zu meſſenden Tiefe, mit ſeinem ſpitzen Ende an einer dünnen Leine befeſtigt, am untern ſtumpfen mit einer mit Talg (an welchem Grundproben kleben bleiben ſollen) ausgefüllten Höhlung. Eine Modifikation dieſes einfachen Apparates trägt am untern Ende ein nach oben offenes Metallſchüſſelchen, das mittelſt eines Stäbchens an den Boden des Lots (Fig. 4) befeſtigt iſt.

Digitized by Google

Zwiſchen dem Schüſſelchen und dem Lot ſpielt leicht beweglich am Stab eine Metallſcheibe. Wird das Lot herabgelaſſen, ſo hält der Waſſerdruck das Scheibchen von der Höhlung des Schüſſelchens entfernt, beim Aufſchlagen auf weichen Boden dringt das unten zugeſpitzte Schüſſelchen ein und füllt ſich, je nachdem, mit Sand oder Schlamm. Beim Heraufholen wird, wieder durch den Druck des Waſſers, das Scheibchen auf die Öffnung des Schüſſelchens gepreßt, ſodaß deſſen Inhalt nicht herausgeſpült werden kann. So plauſibel die Sache theoretiſch auch ausſieht, ſoll das Inſtrument doch ſehr unzuverläſſig arbeiten.

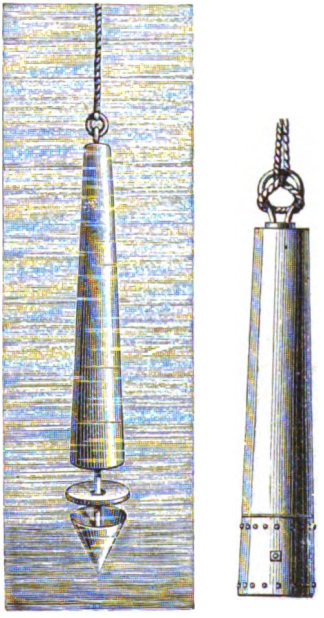


Fig. 4. Fig. 5.

Handlote.

Bei einer andern Umgeſtaltung des alten Handlots (Fig. 5) befindet ſich unten ein 13 Zoll hoher und zirka 4 Zoll weiter cylindriſcher Hohlraum, deſſen Boden eine ſogenannte Schmetterlingsklappe darſtellt. Dieſe Klappe iſt folgendermaßen konſtruiert: quer durch das Lumen des Hohlraums unten läuft eine Metallſpindel, an welcher mittelſt Scharniere die beiden Hälften des Bodens derartig ſpielen, daß ſie bei ſtattfindendem Drucke von unten, alſo beim Herablaſſen durchs Waſſer und beim Aufſtauchen auf den Sand oder Schlamm des Bodens aufſtehen. So kann ſowohl Waſſer wie endlich eine Grundprobe in den Hohlraum eindringen, beim Aufziehen ſenken ſich die Klappen, ihrer Schwere folgend, aber ſie ſind durch einen nach innen vorſpringenden Rand an der Wandung der Höhlung verhindert, aus dem Niveau des Bodens des Lotes vorzutreten und daher bleiben die in die Höhlung einmal eingedrungenen Maſſen beim Aufholen in derſelben. Der Name „Schmetterlingsklappe“ beruht auf einem Vergleiche der Vorrichtung mit einem Tagfalter: die Spindel iſt ſein Leib, die um dieſe nur in einem rechten Winkel beweglichen beiden Klappen ſind

Digitized by Google

die beiden Flügelpaare. Die Leiſtungsfähigkeit dieſes Apparates bei nicht zu großen Tiefen (bis zirka 1800 Meter) wird gerühmt.

Auf einem andern Prinzipe beruht ein, teilweiſe ſchon 1818 von Sir John Roß auf ſeiner Reiſe in die Baffinsbai in Anwendung gebrachtes, aber von Steil, dem Ingenieur des engliſchen Schiffes Bulldog (1860) nach Angaben von Sir L. M'Clintock modifiziertes Inſtrument zur Heraufholung von Tiefſeegrundproben. (Fig. 6.) Ein paar ſchaufelartige Backen bewegen ſich wie eine Zange um eine Spindel und bilden, geſchloſſen, einen cylindriſchen Kaſten. Oberhalb der Spindel hat jede ein paar den Griffen der Zange entſprechende, abgeflachte, nach außen verbreiterte Anhänge. An der Spindel befinden ſich zwei Schnuren: die eine iſt die direkte Fortſetzung der Lotleine und läuft durch den zentralen Hohlraum eines ſchweren, kegelförmigen, freibeweglichen Metallmantels, der mit ſeinem untern Rande oben und innen auf den griffartigen Anhängen der Zange ruht und dieſe durch die Gewalt ſeines Druckes auseinanderſperrt. Dieſe Griffe haben aber ſeitlich je eine Einkerbung, in welcher ein ſtarker Ring von Kautſchuk eingelaſſen iſt, der beſtrebt iſt, die Griffe einander zu nähern und ſo die Zange zu ſchließen, aber durch die größere Kraft des laſtenden Metallmantels daran verhindert wird, ſolange der Lotapparat hängt oder fällt. Eine zweite um die Spindel der Zange befeſtigte Schnur iſt an einem Ringe der Lotleine angeknüpft, während die erſtere durch den Mantel laufende an ein paar rechtwinklig gebogene Haken befeſtigt iſt. Das Prinzip dieſer Haken iſt folgendes: jeder iſt ein rechtwinklig gebogenes Stück Eiſen und durch ihre Kniee geht eine Axe, an die auswärts von ihnen zugleich ein Bügel rechts und links befeſtigt iſt, der an der Lotleine hängt. Der eine nach innen befindliche Teil des Hakens iſt derart gekrümmt, daß er mit ſeinem Pendant eine Öſe darſtellen kann, die rechtwinklig zu ihm ſtehenden

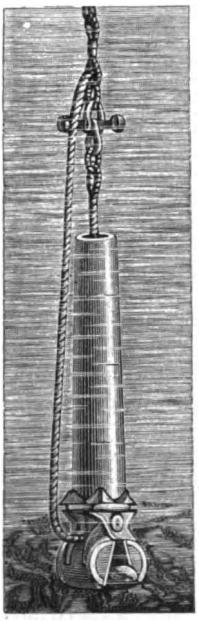


Fig. 6. Roſs-Steilſche Tiefſeepinzette.

Digitized by Google

oberen nach außen vorſpringenden Teile ſind weit ſtärker und viel ſchwerer, daher ſenken ſie ſich, ſich ſelbſt überlaſſen nach unten von der Axe und die innern beiden Hälften bilden dann keine Öſe mehr, ſondern klaffen auseinander. Sobald aber die Öſe durch eine nach unten ziehende Laſt, die ſtärker iſt als das Gewicht der beiden größeren Hakenſchenkel, beſchwert wird, bleibt ſie geſchloſſen und dies iſt der Fall, wenn die Zange und der Metallmantel mittels der durch dieſen gehenden Schnur in jener Öſe hängt. Stößt nun der Apparat auf dem Boden auf, dann hört die Wirkung der ziehenden Kraft der Zange plus des Metallmantels auf, die Öſe giebt ſich auseinander und der Ring der Schnur löſt ſich, zugleich hört aber auch die Druckwirkung des Mantels auf die Griffe der Zange auf oder wird doch wenigſtens von der Zuſammenzugskraft des Kautſchukrings weit übertroffen, die Zange ſchließt ſich, faßt aber zugleich zufolge der Gewalt des Falles in den Boden, von dem nun eine Probe in den durch beide Zangenbacken gebildeten Kaſten hineingerät. Beim Heraufholen des Lotapparats fällt der Metallmantel ab, aber die vom Kautſchukring geſchloſſene Zange bleibt mittels der zweiten äußeren Schnur an der Lotleine befeſtigt.

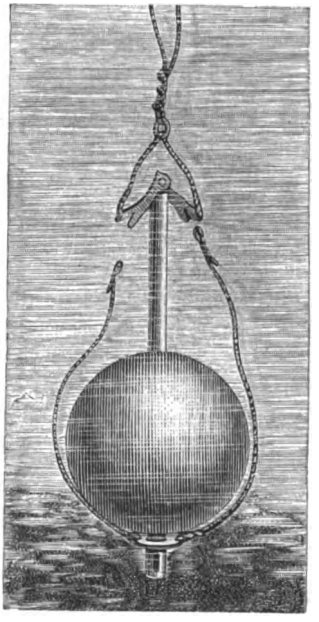


Fig. 7. Brooke's Tieflot.

In der von Steil vollzogenen Umgeſtaltung der alten „Tiefſee-Pinzette“ (deep-sea clamms) Sir John Roß' iſt ein Prinzip in Anwendung gebracht, auf dem der Brookeſche (Fig. 7) Lotapparat beruht. Brooke, ein junger amerikaniſcher Seeoffizier und Schüler des großen Ozeanographen Matthieu Fountain Maury (geb. 1806, geſt. 1873), erfand 1854 ein Tiefſeelot, von dem faſt alle moderneren Tiefſeelote bloße Modifikationen ſind. Brooke konſtruierte einen Eiſenſtab, einen „Peilſtock,“ der an ſeinem einen, dem untern Ende hohl iſt, oben aber mittels der Öſen zweier beweglicher Arme in

Digitized by Google

einer Schnur hängt, die durch einen Ring am Ende der Lotleine läuft; jeder Arm hat an ſeiner untern Kante eine tiefe, von außen nach innen gerichtete Kerbe. Vor dem Sondieren wird nun der Stab durch eine zentral durchbohrte Kanonenkugel derart hindurchgeſteckt, daß ein Stück desſelben unten aus der Kugel frei hervorragt. Über dieſes wird eine Metallſcheibe gezogen, an welche jederſeits eine hanfene oder lederne Schnur mit einer Öſe am freien Ende befeſtigt wird. Die beiden Öſen werden in die Kerben der beiden beweglichen Arme der Mittelſtange eingehängt. Schwebt nun der Apparat, ſo werden die freien Enden der beiden Arme, infolge des Zuges der ſchweren Belaſtung auf die Lotleine, oberhalb des Peilſtocks einander genähert und die Öſen der die Kugel tragenden Schnur hängen in den Kerben. Sobald aber der Peilſtock auf den Boden aufſchlägt, wird er gehoben und während er in die Höhe geht, ſenken ſich die Arme und die Öſen löſen ſich aus ihren Kerben aus, Schnur und Kugel fallen zu Boden. Der in der unteren Höhlung mit Talg ausgegoſſene Peilſtock wird frei, was der die Lotleine führende Beobachter ſofort merkt, worauf er dieſelbe nicht weiter laufen läßt. Bis zu Tiefen von 2500 Meter ſoll dies Lotinſtrument recht gut funktionieren.

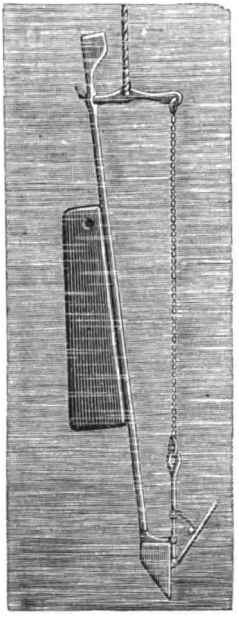


Fig. 8. Fitzgeralds Tieflot.

Der Brookeſche Apparat hat nun verſchiedene Veränderungen und Verbeſſerungen erfahren. Eine derſelben, das Fitzgerald-Lotinſtrument (Fig. 8), wurde während der Expedition des Lightning gebraucht und wird von Wyville Thomſon ſehr gerühmt. Die Lotleine iſt hier am untern Ende durch ein in der Mitte einer kurzen eiſernen Querſtange befindliches Loch gezogen. Die Stange ſelbſt endigt an der einen Seite mit einer aufwärts gekrümmten Spitze und hat im andern Ende ein zweites Loch, in welchem eine Kette befeſtigt iſt. Die gekrümmte Spitze greift in eine am obern Teile eines langen, ſchweren Eiſenſtabs unter-

Digitized by Google

halb eines ruderförmig verbreiterten Oberendes (um das Durchſchneiden des Waſſers zu erleichtern) befindliche Öſe ein. Am untern Ende iſt ein ſchaufelartiger, ſeitlich offner Kaſten mit ſcharfem, ſpatelförmigem Unterrande angebracht. Am gegenüberliegenden obern Rande befindet ſich ein in Angeln drehbarer Verſchluß oder eine Thüre, die durch bewegliche Querſtücke nach oben mit einer, den Schaufelkaſten mit der vorher erwähnten Kette vereinigenden, kurzen Stange verbunden iſt. Am untern Ende iſt dieſe Stange gleichfalls mittelſt Scharnier an den Kaſten befeſtigt. Der große, ſchwere Eiſenſtab hat an dem mittleren Abſchnitte ſeiner Außenſeite zwei nach oben gekrümmte Zapfen, welche eine ſchwere, dicke Metallplatte tragen.

Fig. 9. Hydralot.

Der Apparat iſt ſo eingerichtet, daß beim Herablaſſen der obere kurze Querbalken horizontal ſteht; beim Aufſtoßen auf den Boden hört aber die Wirkung der Zugkraft des ſchweren Eiſenſtabs plus Gewichtes auf beide Enden des Querbalkens auf, ſie wirkt nur noch auf das eine, zugeſpitzte, welches ſich demzufolge ſenkt und ſich aus dem Loche herauszieht, während das Plattengewicht ſich von ſeinen Tragezapfen loslöſt. Zugleich hebt ſich aber die Schaufel als untere Verlängerung des ſchweren Eiſenſtabs nach oben und greift in den Sand oder Schlamm des Bodens ein. Wird nun der ganze Apparat aufwärts gezogen, ſo fällt der lange Stab ziemlich in die Richtung der Kette und damit der Lotleine und die Schaufel wird infolge ihres Gewichts mit der Grundprobe gefüllt, an ihren Deckel oder ihre Thüre angedrückt und beim Aufziehen geſchloſſen erhalten.

Die Lote, deren man ſich auf der Porcupine- und Challengerexpedition bediente, ſind einfacher und ſtehen dem Brookeſchen Apparat näher. Das auf der Reiſe des Porcupine und anfangs auch auf der des Challenger benutzte Lot (Fig. 9) wurde auf der Fahrt des Schiffes „Hydra“ im arabiſchen Meere von dem Grobſchmied des Schiffes, Gibbs erfunden und heißt nach dem Fahrzeug das „Hydra-Lot“. Wyville Thomſon und W. Spry, der erſte Ingenieur der Challengerexpedition, geben davon folgende Beſchreibung: der Peilſtock iſt eine

Digitized by Google

40 Zoll lange und 1 1/3 Zoll weite, feſte Meſſingröhre, die in vier Kammern geteilt iſt; die oberſte derſelben iſt die längſte, die unterſte hat am freien Ende ein Schmetterlingsklappenventil, zwiſchen den andern finden ſich Kegelklappen. Die oberſte enthält einen Kolben, deſſen Stange ſich nach oben in einen Stab fortſetzt, an welchem die Lotleine mittelſt eines Ringes befeſtigt iſt. Ihre Wandung hat ungefähr in der Mitte jederſeits anſehnliche Löcher. Seitlich am obern Stabende befindet ſich ein zahnartiger Zapfen, über den eine gebogene ſtählerne Spannfeder weggeht, die in der Mitte eine Öffnung zum Durchtritt des Zapfens beſitzt, während ihre Enden an den Stab befeſtigt ſind. Wird dieſe Feder kräftig niedergedrückt, ſo kann der Zapfen durch ihre mittlere Öffnung hindurchtreten. Die Gewichte ſind aus Gußeiſen, wiegen je 50 Kilogramm, haben eine cylindriſche Geſtalt, ſind in der Mitte zum Durchtritt der Peilröhre durchbohrt, an den Rändern aber verfalzt, ſodaß ſie eine einzige Maſſe bilden. Die Zahl der Gewichte richtet ſich nach dem wahrſcheinlichen Betrag der zu meſſenden Tiefe, — auf je 1000 Faden ein Gewicht. Sie hängen in einer Schlinge von Eiſendraht und laſten dabei auf einer Metallſcheibe. Vor dem Loten werden die Eiſencylinder auf die Peilröhre aufgereiht und die Trageſchlinge über das Ende des Zapfens gehängt, ſodaß durch die Druckkraft der Gewichte die Spannfeder niedergehalten wird. Beim Aufſtoßen auf dem Boden ziehen die Gewichte den Kolben nieder, was aber nicht ſehr ſchnell geht, da ja in der Röhre unterhalb des Kolbens ſich Waſſer befindet, das ziemlich langſam erſt aus den ſeitlichen Öffnungen in der Wand entweicht. So iſt Zeit genug vorhanden, daß das mit der Schmetterlingsklappe verſehene freie Ende genügend tief in den Boden eingetrieben werden kann. Hat die Gewichtmaſſe Grund gewonnen, dann hört der durch die Drahtſchlinge auf die Spannfeder ausgeübte Druck auf, dieſe kehrt in ihre urſprüngliche Lage zurück und ſchiebt dabei die Schlinge vom Zapfen herab. Der Peilſtock wird beim Heraufholen aus den durchbohrten Eiſencylindern herausgezogen, dieſe bleiben auf dem Meeresboden, während in den mittlern beiden Kammern der Röhre ſich Waſſer, in der unterſten aber eine Grundprobe befindet.

Im weitern Verlauf der Challengerexpedition wurde eine vom

Digitized by Google

Commodore C. W. Baillie erfundene Modifikation der „Hydra-Maſchine“ in Anwendung gebracht (Fig. 10), deren Peilröhre 48 Zoll lang und 3 Zoll weit war. Die Gewichte ſind gerade wie bei dem urſprünglichen Modell an die Röhre aufgereiht, aber die Drahtſchlinge hängt hier über einem beweglichen Haken, der, nachdem das Lot auf dem Grunde aufgeſtaucht iſt, über einen koniſchen Zapfen fällt, wodurch die Drahtſchlinge ſammt den Gewichten losgelöſt wird und beim Aufziehen auf dem Boden bleibt. Infolge des größeren Kalibers der Peilröhre iſt die Grundprobe anſehnlicher als wie diejenige, welche die Hydra-Maſchine mit heraufbringt.

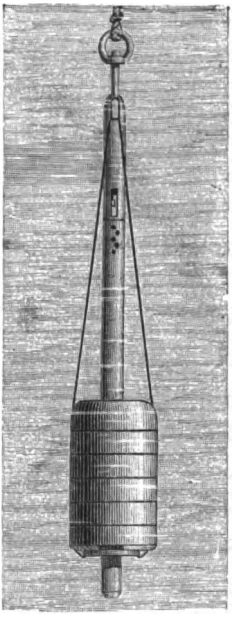


Fig. 10. Hydra-Lot des Challenger.

Auf einem ganz andern Prinzipe beruht Sir William Thomſons Lotapparat. Derſelbe beſteht aus einer an einem Ende offnen und in einer oberhalb des eigentlichen Lotgewichtes befindlichen Meſſingröhre eingeſchloſſenen zwei Fuß langen Glasröhre. Die in dieſer urſprünglich befindliche Luft wird durch den Druck des eindringenden Waſſers immer mehr und mehr zuſammengepreßt, mithin wird der Grad des Druckes durch den Höhenſtand des Waſſers in der Röhre angezeigt. Um dieſen Höhenſtand aber zu fixieren, iſt die Röhre innen mit einem Belag von rot erſcheinendem chromſauerem Silber verſehen. Soweit das Seewaſſer eindringt, veranlaßt es eine Verfärbung dieſes Belags in weißlich-gelb, wonach man alſo den Stand des Waſſers in der Röhre erkennen, weiter deſſen Druck auf die in ihr enthaltene Luft und ſomit aus dem Druck wieder die vom Apparat erreichte Tiefe berechnen kann, unabhängig von der Länge der Leine. Leider arbeitet der Apparat nur bis zu Tiefen von 150 Faden (275 Meter).

Im Jahre 1878 ſchlug ein engliſcher Seeoffizier, Th. F. Jewell, folgendes Lotinſtrument vor: das Lotgewicht oder der „Sinker“ iſt ein eiſerner, 26,5 Zoll langer, umgekehrter, ſchlanker Kegel, oben mit 5, unten mit 3 Zoll Durchmeſſer. In ihm befindet ſich ein runder,

Digitized by Google

zentraler Hohlraum von zwei Zoll Durchmeſſer, der vom obern Ende bis zu einem Zoll oberhalb ſeines untern reicht. Dieſe Höhlung enthält eine zirka 48 Zoll lange, an einem Ende geſchloſſene, in der Mitte gekrümmte Glasröhre mit zwei Schenkeln, jeder von 24 Zoll Länge. Dieſelbe wird, die Biegung nach oben, in den Hohlraum geſteckt und dieſer ſelbſt am obern Ende durch einen eingeſchraubten an der Lotleine befindlichen Zapfen verſchloſſen. Im Boden des Metallmantels und oben im Zapfen ſind durchgehende Löcher, welche dem Waſſer den Zutritt zum zentralen Hohlraum geſtatten. In dem Maße, wie das Lot tiefer und tiefer fällt, ſteigt das eingedrungene Meereswaſſer in dem unten offnen Röhrenſchenkel und komprimiert die in der Röhre enthaltene Luft nach dem geſchloſſenen Ende hin. Wenn die Waſſerſäule den höchſten Punkt der Biegung der Röhre erreicht hat, iſt der Apparat, wie zu berechnen, in einer Tiefe von $5\frac{1}{2}$ Faden angelangt. Bei jedem weitern Sinken des Lotes tritt nun Waſſer in das untere Ende des geſchloſſenen Schenkels über, die Kompreſſion der Luft wird in deſſen obern Teile ſtattfinden und ihr Grad, folglich auch der Grad des Waſſerdrucks und damit der Grad der vom Apparat erreichten Tiefe ergeben ſich aus der Höhe der Waſſerſäule im untern Abſchnitt des geſchloſſenen Röhrenſchenkels. Über die praktiſche Anwendung dieſes Lotinſtrumentes iſt dem Verfaſſer nichts bekannt geworden, doch dürfte ſich derſelbe kaum für Meſſungen beträchtlicherer Tiefen eignen.

Ein Jahr (1874) vor der Veröffentlichung des Jewellſchen Projekts hatte Tardieu der franzöſiſchen Akademie einen Tiefſee-Lotapparat vorgelegt, über deſſen weitere Benutzung indeſſen auch noch nichts bekannt geworden iſt. Derſelbe beſteht aus einer Kautſchukhohlkugel mit Wandungen von einigen Centimetern Dicke, welche mittelſt einer Röhre von geringem Kaliber und mit Schmetterlingsklappe mit einem oberhalb befindlichen eiſernen Reſervoir kommuniziert. Die Kautſchukkugel wird nun mit Queckſilber gefüllt und jede Zunahme von äußerem, durch das Waſſer ausgeübtem Druck beim Fallen des Lotes läßt eine beſtimmte Menge von Queckſilber aus der Kugel durch die Röhre in den eiſernen Behälter ſteigen, die infolge des Klappenapparats nicht zurückkann. Es erlaubt nun, wenn der Apparat in der Tiefe geweſen iſt, das Gewicht

Digitized by Google

der in das Reſervoir übergetretenen Queckſilbermenge den Druck, dem er ausgeſetzt und damit die Tiefe, bis zu welcher er gelangt war, zu beſtimmen.

Dieſes Inſtrument würde, wie das Lot von Sir William Thomſon, einen großen Vorzug haben, daß es nämlich die richtige Tiefe angeben würde, gleichgültig, ob es in einer ſenkrechten oder ſchrägen Richtung dieſelbe erreicht hätte. Das iſt bei den Apparaten, bei welchen die erreichte Tiefe durch die Länge der Leine beſtimmt wird, nicht der Fall: hier können ſich durch den Einfluß von Strömungen etc. bedeutende Störungen und damit Irrtümer einſtellen.

Dergleichen Fehler in der Fehlerquelle zu vermeiden iſt auch der Zweck des Maſſey-Tiefen-Indikators. Derſelbe beſteht aus einer ovalen Meſſingſcheibe, welche an beiden Enden mit je einer Rolle verſehen iſt. An der obern iſt die Lotleine befeſtigt, an der untern mit einer zirka einen halben Faden langen Schnur das Gewicht. Unterhalb der Mitte findet ſich quer zur Längsaxe der Scheibe ein Rad mit vier Speichen oder Flügeln in einer ſolchen Stellung, daß, wenn der Apparat fällt, das Rad und ſeine Axe unabhängig von der Strömung nur durch den Waſſerdruck bewegt werden. Die rotierende Axe überträgt ihre Bewegung auf die Zeiger zweier Zifferblätter, die derart eingerichtet ſind, daß auf dem einen Blatte ſich der Zeiger nach Zurücklegung von 15 Faden einmal völlig herumgedreht hat. Bei größeren Tiefen muß ein anderer Zeiger und ein anders eingeteiltes Zifferblatt mit der rotierenden Axe in Verbindung gebracht werden. Nach Wyville Thomſon ſoll dieſer Apparat bei mäßigen Tiefen recht gut zu verwenden ſein, bei größeren wird er aber unzuverläſſig, wie alle Inſtrumente mit metallenem Räderwerk, was wahrſcheinlich eine Folge des koloſſalen Druckes des Waſſers iſt.

Die „Nature“ vom 18. März 1882 brachte die Notiz, ein ruſſiſcher Seeoffizier (genannt iſt er nicht) habe einen Apparat zur Beſtimmung der Meerestiefen erfunden, der ohne Leine funktioniere. Das Inſtrument beſtehe aus einem Stück Blei, einem kleinen Rade mit einem Regiſtrierapparat für die Zahl der Umdrehungen, wie am Maſſeyſchen Indikator, und einem Schwimmer. Wenn das Inſtrument ſinkt, ſo rotiert auch an ihm infolge des Waſſerdrucks das Rad und die regiſtrierten Um-

Digitized by Google

drehungen zeigen die Tiefe an. Iſt der Boden erreicht, ſo löſt ſich, wahrſcheinlich ähnlich wie am Brookeſchen Lot, das Bleigewicht los und der Schwimmer tritt in Thätigkeit, ſodaß die Maſchine zur Oberfläche des Meeres ſteigt, wo ſie leicht aufgefiſcht und das Regiſter abgeleſen werden kann.

Sollte ſich dieſer Apparat wirklich nach allen Richtungen hin und namentlich auch bei großen Tiefen bewähren, ſo wäre das Loten ſehr weſentlich erleichtert. Denn im übrigen iſt es, namentlich wenn es bei tiefem Waſſer vorgenommen werden ſoll, ein langwieriges und mühſeliges Geſchäft. Das Lot ſelbſt bildet ja nur einen Teil der Maſchine, der andere beſteht aus der Leine und den Hülfsapparaten. Früher nahm man allgemein zu den Lotleinen Manilahanf, gab ihnen einen Umfang von zirka 4 Centimeter, ſodaß ſie ein Gewicht bis zu 700 Kilogramm zu tragen vermochten. Die Anwendung des Hanfs iſt indeſſen mit einigen Unzuträglichkeiten verbunden: ſo iſt namentlich der Reibungswiderſtand im Waſſer bedeutend, wodurch das Fallen des Lotes nicht unweſentlich erſchwert wird. Dem hat man nach dem Vorgange Sir William Thomſons dadurch zu entgehen verſucht, daß man die Leinen aus Klavierſaitendraht von 7 mm Durchmeſſer verfertigt, ſodaß ſie eine weit glattere Oberfläche haben und das nämliche Gewicht bei viel geringerem Umfange zu tragen vermögen als hanfene.

Jede Leine wird außerdem mit Teilungszeichen verſehen, welche wenigſtens auf der Challengerexpedition bei 25, 125, 225 u. ſ. w. ſowie bei 75, 175, 275 u. ſ. w. Faden weiß, bei 50, 150 u. ſ. w. rot und bei 100, 200 u. ſ. w. blau waren.

Lotungen in tiefem Waſſer müſſen von einem Dampfer aus geſchehen, da ein Segelſchiff auch bei abſoluter Windſtille durch die immer auf der Oberfläche des Meeres ſtattfindenden Strömungen (Dünungen) auch in verhältnismäßig kurzer Zeit auf ziemlich weite Strecken abgetrieben werden kann, wodurch natürlich das Reſultat der Lotung in ſeiner Richtigkeit weſentlich beeinträchtigt wird. Will man loten, ſo wird alles Segelwerk weggenommen und die Kraft der Dampfmaſchinen ſo reguliert, daß das Schiff durch die Oberflächenſtrömungen nicht abgetrieben wird. Darauf wird nahe der Spitze der großen Raae

Digitized by Google

ein ſogenannter Patentblock befeſtigt (d. h. ein Flaſchenzugkolben mit metallener Drehſcheibe) und an dieſen ein Accumulator. (Fig. 11.) Ein ſolcher Accumulator beſteht aus zwei, ungefähr 0,5 Meter von einander entfernten Scheiben, welche nahe ihrer Peripherie eine Anzahl (zirka 20) Löcher haben, durch welche entſprechend viel Gummiſtricke von $^3/_4$ Zoll Stärke gezogen ſind, die oberhalb der obern und unterhalb der untern Scheibe in einem Punkte zuſammenlaufen. Dieſe Stricke können ſich bis auf 17 Fuß ausdehnen, wenn ein jeder mit 35 Kilogramm belaſtet wird (alſo bei zwanzig Stricken: $20 \cdot 35 = 700$ Kilogramm). Der Accumulator ſoll beim Loten (mehr noch beim Dredſchen) alle plötzlichen Rucke, welche durch Bewegung des Schiffes oder auch durch die Gewichtszunahme des ins Waſſer eindringenden Teils der Lotmaſchine entſtehen und unter Umſtänden die laufende Lotleine zerreißen könnten, in ihrem Effekt neutraliſieren. Am untern Ende des Accumulators iſt wieder ein Patentblock, über deſſen Scheibe die Lotleine gelegt wird. Wenn ſo zum Loten alles klar iſt, dann hängt der Apparat an der Schiffsſeite ſenkrecht über dem Waſſer und beim Kommando „Fallen“ tritt die Dampfrolle in freie Thätigkeit und der Dienſtthuende notiert genau nach Minuten und Sekunden die Zeit, wann der Apparat zu arbeiten beginnt und ebenſo diejenige, wann je eine 100-Faden-Marke ins Waſſer tritt: „aus der ſo gefundenen Geſchwindigkeit des ablaufenden Lotes und aus dem empiriſch hergeleiteten Verhältnis der Abnahme der Geſchwindigkeit mit der Tiefe infolge der Reibung im Waſſer kann man die Tiefe des von dem Lote durchſtrichenen Waſſers beſtimmen“ (v. Boguslawski).

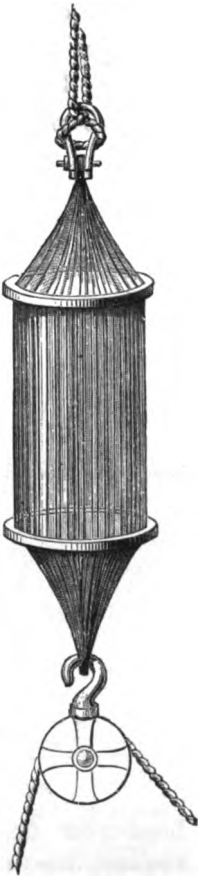


Fig. 11. Accumulator.

Sobald das beſchwerte Lot den Grund berührt, dringt, wie wir ſahen, der Peilſtock in den Meeresboden durch die Gewalt des Aufſchlagens ein und wird zugleich frei, aber die Lotleine läuft noch

Digitized by Google

weiter infolge des Beharrungsvermögens und ihrer eignen Schwere. Sie läuft jedoch weit langſamer, und der Moment, wann der langſamere Lauf eintritt, heißt der Sprung und entſpricht ziemlich dem Moment des Aufſtoßens des Lotes auf dem Grunde und muß daher gleichfalls nach der Sekunde genau notiert werden.

Der Lotapparat, welchen die Franzoſen 1883 auf der Expedition des Talisman benutzten, war von dem Marineingenieur Thibaudier konſtruiert und zeigte ein etwas anderes Arrangement.

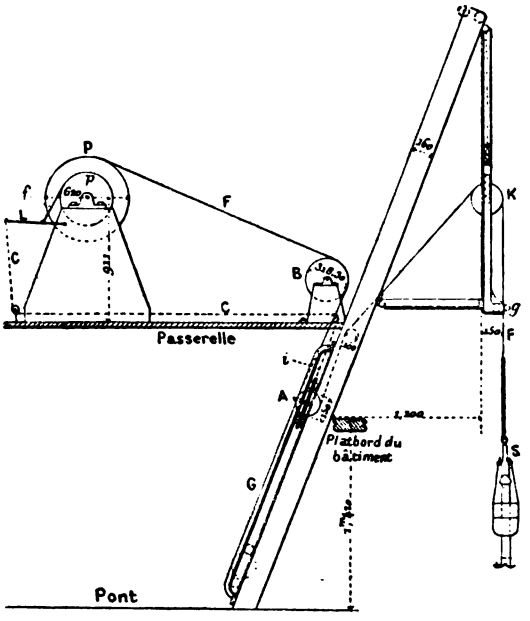


Fig. 12. Lotapparat des Talisman.

Von dieſem Apparat gibt H. Filhol folgende Beſchreibung: er beſteht zunächſt aus der Rolle P (Fig. 12), auf welcher 10000 Meter Stahldraht von 1 mm Durchmeſſer aufgerollt ſind. Von hier verläuft der als Lotleine funktionierende Draht über ein Rad B, das genau einen Meter Umfang hat. Von dieſem ſteigt der Draht zu einem ſogenannten Wagen A hinab, der ſich der Länge nach in einem hölzernen Rahmengeſtelle bewegt, legt ſich dann wieder über einen feſtliegenden Kloben K und trägt das eigentliche Lot S, nachdem er durch einen Führungsapparat hindurchgetreten iſt von der Konſtruktion, daß das ganze Lotinſtrument nicht durch das Schaukeln des Schiffes beeinflußt werden kann. Das Rad trägt an ſeiner einen Axe eine endloſe Schraube, welche zwei Zahnräder in Bewegung ſetzt: dieſe geben die Zahl der Umdrehungen des Rades an und zwar das eine die Einer, das andere die Hunderte, das letztere iſt auf 10000 Meter graduiert. Jede Um-

Digitized by Google

drehung des Rades B entſpricht einem Meter und die vom Regiſtrierapparate (Fig. 13) notierte Zahl der Umdrehung der Zahl von Metern des abgelaufenen Drahts. An der Axe der Drahtrolle P befindet ſich ein Kurbelwerk p mit einem Gurt f, welches durch einen Hebel L in Bewegung geſetzt werden kann. Dieſer Hebel wieder iſt an ſeinem Ende mit einer Schnur C verſehen, die über zwei eingeſchaltete Rollen laufend oben an den Wagen A befeſtigt iſt. Je nachdem nun infolge der Schaukelbewegung des Schiffes die Spannung des Stahldrahts vermehrt oder verringert wird, ſinkt oder ſteigt der Wagen in ſeinem Rahmen. Dieſe Bewegung wird auf das Kurbelwerk übertragen und ſo die Schnelligkeit des Abrollens des Drahtes von der Rolle P geregelt. So wirkt dieſer Teil der Maſchine als ſehr fein arbeitender Accumulator.

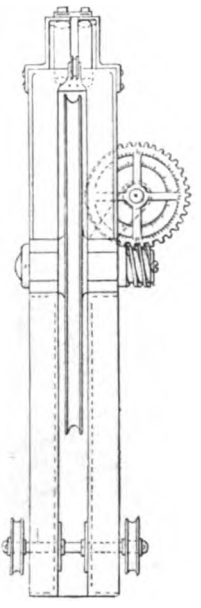


Fig. 13. Regiſtrierapparat.

Der Betrieb dieſes Apparats iſt leicht verſtändlich: an Bord wird das eigentliche Lot mit ſeinen beſchwerenden Gewichten zurechte gemacht, ein Mann übernimmt den Hebel, der Regiſtrierapparat wird auf o eingeſtellt. Iſt alles klar, ſo ſetzt der Mann am Hebel (Fig. 14) das Kurbelwerk durch Loslaſſen des Hebels, ſodaß der Zug des ſchweren Gewichts am andern Ende der Drahtleine wirken kann, in Bewegung und das Abrollen der Leine vollzieht ſich bis zu dem Augenblick, wo das Lot auf dem Meeresboden aufſchlägt.

Eine Tiefſeelotung iſt aber immer ein ziemlich veil Zeit erforderndes, mehrere Stunden dauerndes Geſchäft, namentlich geht das Aufholen des Lotes, obgleich es mit einer Dampfmaſchine geſchieht, ziemlich langſam von ſtatten.

Die mit dieſen modernen Hülfsmitteln in neuerer Zeit ausgeführten Tiefſeemeſſungen, wie ſie in größerem Stile im atlantiſchen Ozean vom Challenger und dem deutſchen Schiffe „Gazelle“, im ſtillen Ozean aber von dieſen beiden Schiffen im ſüdlichen und von dem amerikaniſchen Schiffe „Tuscarora“ im nördlichen Teile vorgenommen worden ſind, haben

Digitized by Google

ältere Anſichten über die Tiefen und über die Konfiguration des Meeresbodens vollſtändig umgeſtaltet. An der Hand früherer ungenügender Beobachtungen glaubte man im ſüdlichen atlantiſchen Ozean Tiefen von 7706 Faden (14 100 m) bis zu 8300 Faden (15 180 m) gefunden zu haben,

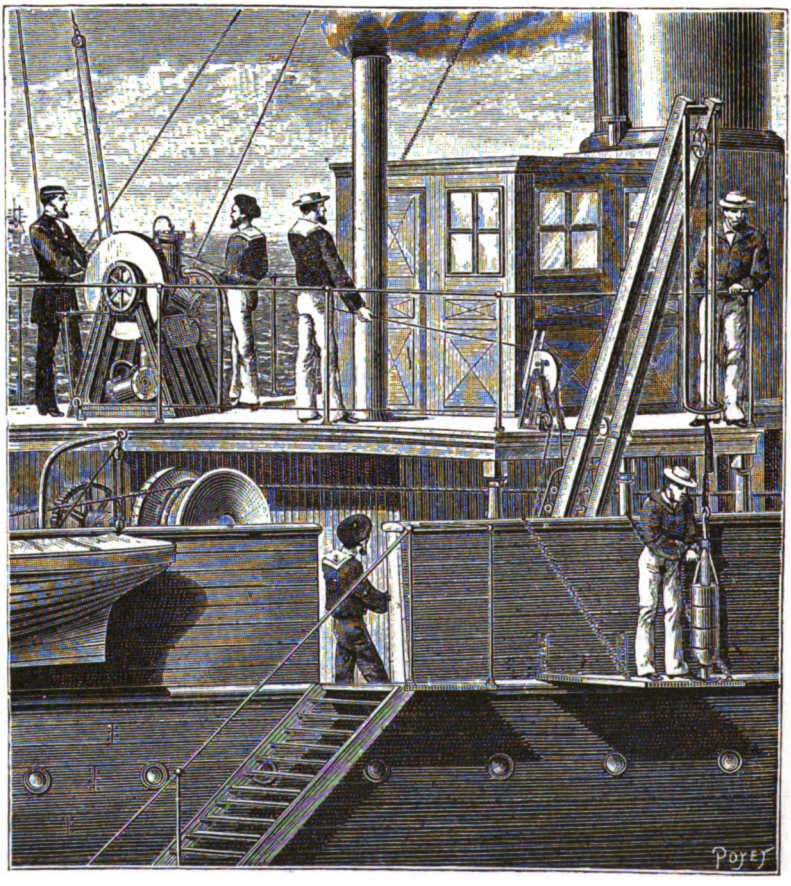


Fig. 14. Fertig zum Loten.

Zahlen, welche ſchon Maury um ein Drittel zu reduzieren für nötig fand. Aber auch dieſe herabgeſetzten Zahlen haben ſich den neueren Erfahrungen gegenüber als viel zu hoch gegriffen herausgeſtellt: die gegenwärtig bekannte größte Tiefe des atlantiſchen Ozeans beträgt

Digitized by Google

7086 m (3875 Faden) und befindet ſich ungefähr 85 Seemeilen nördlich von der weſtindiſchen Inſel St. Thomas unter 19° 41′ N. Br. und 65° 7′ W. L. Eine bedeutendere Tiefe, 4655 Faden (8513 m), fand 1874 die Tuscarora nordöſtlich von Tokio unter 44° 55′ N. Br. und 152° 26′ Ö. L. Wenn eine gewaltige Erdrevolution den höchſten Berg unſeres Planeten, den im Himalaja gelegenen Mount Evereſt oder Gaurisankar in dieſe Tiefe ſtürzen könnte, ſo würde ſeine Spitze als ein beſcheidenes Inſelchen von 327 m Höhe, um 1895 m niedriger als der Pico-alto auf den Azoren, aus dem Meere hervorragen. Solche Tiefen ſind indeſſen Ausnahmen: als durchſchnittliche Tiefe für das Weltmeer überhaupt hat man 3440 m, für den atlantiſchen Ozean 3681 und für den ſtillen 3887 m im beſonderen berechnet. Aber was ſind dieſe Tiefen im Verhältnis zur Oberfläche des Weltmeeres? Hat Croll nicht Recht, wenn er ſagt, das Weltmeer ſei im Verhältnis zu ſeinem Umfange ſo flach, als ob das Waſſer in einer Schüſſel von 100 m Durchmeſſer 3 cm hoch ſtehe? —

Die Verteilungen der Tiefen auf die verſchiedenen Ozeane und Meere ſind bei einer Betrachtung des Tierlebens von nur ſehr untergeordnetem Intereſſe und wir können ſie hier füglich bei Seite laſſen. Wer ſich beſonders dafür intereſſiert, der findet in v. Boguslawski, Handbuch der Ozeanographie (Stuttgart 1884) B. I, pg. 51—126 eine vorzügliche Zuſammenſtellung.

Die Bodenbeſchaffenheit des Meeres. Schon mit den alten Handloten, mehr noch mit Sir Roß' Tiefſee-Pinzette waren, wie wir ſahen, Vorrichtungen verbunden, Proben des erreichten Bodens mit an die Oberfläche des Meeres zu bringen. Dieſe Vorrichtungen ſind nach dem vorher Entwickelten immer mehr vervollkommnet worden und auch die Tiefſee-Schleppnetze bringen, oft mehr als gewünſcht, Geſteinſtücke und Schlammmaſſen mit an das Tageslicht herauf. Was wir bis jetzt von den verſchiedenen Arten des Meeresbodens und von ihrer Verteilung im Weltmeere auf dieſe Weiſe kennen gelernt haben, erlaubt

Digitized by Google

uns ſchon von einer „ſubmarinen Lithologie“ als einem Teile der allgemeinen Geologie zu reden.

Wie der größte Teil des Feſtlandes mit einer eigenartigen Erdſchichte, dem Humus, bedeckt iſt, die aus einer Miſchung von anorganiſchen und organiſchen Reſten in verſchiedenem Verhältniſſe beſteht, ſo wird auch der Boden des Meeres von einem Niederſchlag bedeckt, der aus ſehr verſchiedenen Reſten mineraliſcher, tieriſcher und pflanzlicher Natur beſtehen und zuſammengeſetzt ſein kann. Vor der Expedition des Challenger waren unſere Kenntniſſe über dieſen „Tiefſee-Humus“ ſehr lückenhaft, ja ſo gut wie überhaupt nicht vorhanden. Erſt ſeit dieſer Reiſe und beſonders ſeit den glänzenden Unterſuchungen des an derſelben als Geologen beteiligten John Murray, deſſen und A. Renards Darſtellung (in der „Nature“ vom Mai und Juni 1884 und in den „Proceedings of the Royal Soc. of London“, Vol. XXIV) wir im Folgenden auszugsweiſe wiedergeben wollen, ſind wir über die geologiſchen Verhältniſſe der abyſſiſchen Räume beſſer unterrichtet als über diejenigen vieler und ausgedehnter Territorien Aſiens, Afrikas und Auſtraliens.

Den Unterſuchungen der genannten Forſcher lag ein bedeutendes Material vor, das nicht bloß aus den Grundproben beſtand, die bei den vom Challenger vorgenommenen Peilungen gewonnen worden waren, ſondern auch aus jenen, welche während früherer engliſcher und amerikaniſcher Fahrten ſich angeſammelt hatten. Die Schlamm- und Schlickmaſſen, welche mit der Dredſche beiläufig mit heraufgebracht werden, pflegen zwar weit voluminöſer als die mittelſt der Lotung erbeuteten zu ſein, ſind aber in der Regel auch weniger wertvoll, da ſie, während des Heraufholens im Netze dem Einfluſſe des Waſſers ausgeſetzt, teilweiſe zu ſehr ausgewaſchen werden. Die eigentliche Unterſuchung hat auf den geringen Mengen von Subſtanz des Meeresbodens zu beruhen, welche in die Endkammern der Peilſtöcke eindringen, — als wertvolles Kontrolmaterial mögen die beim Dredſchen erhaltenen Grundproben immerhin dienen.

Im ganzen iſt es aber doch nur ein quantitativ knappes Material, welches dem ſubmarine Geologie treibenden Forſcher im Vergleich mit

Digitized by Google

ſeinen oberſeeiſche Verhältniſſe unterſuchenden Fachgenoſſen zu Gebote ſteht. Und nicht bloß das, — es kommen auch noch andere Momente mit hinzu, das Studium der auf dem Meeresboden ſich anſammelnden Niederſchläge weſentlich zu erſchweren: die Beſtimmung der Subſtanzen, aus welchen der unterſeeiſche Schlamm beſteht, wird durch ihre Kleinheit ungemein mühſelig, zumal die Hülfe des Mikroſkops den Beobachter vielfach im Stiche läßt. Er kann nicht, wie das dem Geologen und Geognoſten durch die gegenwärtigen Hülfsmittel ſonſt ſo leicht gemacht iſt, aus ſeinem nichtkompakten Material Dünnſchliffe machen, welche eine weitgehende mikroſkopiſche Unterſuchung geſtatten. Weiter haben die feinſten Teilchen, welche tief drunten nach mancherlei, nicht ſpurlos an ihnen vorübergegangenen Schickſalen und Irrfahrten den Boden des Meeres bedecken, ihre charakteriſtiſchen Formen verloren, ſie ſind amorph geworden, ja viele haben unter dem Einfluſſe des Seewaſſers und der dieſem beigemiſchten Gaſe ſelbſt ihre chemiſchen Eigenſchaften eingebüßt.

Wie ſchwierig, ja ausſichtslos iſt es nicht ſchon die Herkunft der Millionen kleinſter Teilchen, welche einen Kubikzoll Tiefſeeſchlamm bilden, beſtimmen zu wollen? wie viele Faktoren wirkten nicht zuſammen, die nach Art und Urſprung ſo verſchiedenartigen Elemente gerade an dieſer Stelle des Erdballs zuſammenzuführen! Da ſind erſtens die ſo mannigfach die Meere in verſchiedener Richtung über- und untereinander durchkreuzenden Strömungen zu nennen, dann die vertikale Verteilung der Temperaturen und damit auch der ſpezifiſchen Schwere im Waſſer, nach denen ſich einmal die Gegenwart organiſierter, am Aufbau des Bodenſatzes mächtig beteiligter Weſen richtet, die weiter aber auch das Sinken und Steigen feinſter anorganiſcher Gebilde regeln werden. Was wird nicht alles vom Lande her den Ozeanen zugeführt! — Nicht nur

> brauſen Stürme um die Wette
> Vom Meer aufs Land, vom Land aufs Meer!
> Und bilden wüthend eine Kette
> Der tiefſten Wirkung ringsumher —

auch die ſchwächſten Luftſtrömungen, uns Menſchen kaum bemerkbar, führen im Laufe der Zeiten Tauſende von Centnern feinſten Staubes,

Digitized by Google

hinaus auf den Ozean, wo er herabſinkt und langſam, ganz langſam nach und nach zu Boden fällt. Welche ungeheure Maſſen anorganiſcher und organiſcher Subſtanz tragen die Ströme, Flüſſe und Bäche im Laufe eines Jahres dem Weltmeer zu, welche gewaltige Laſten werfen nicht von Zeit zu Zeit oberirdiſche und unterſeeiſche Vulkane in die verſchiedenen Meere. Die Gletſcher der arktiſchen und antarktiſchen Regionen tragen und ſchieben genug feſtes Material in das Waſſer oder transportieren es, am Rande zu Eisbergen ſich zerbröckelnd und von dannen ſchwimmend, im Norden bis zum 36° n. Br. und im Süden bis zum 40° ſ. Br.

Wenn wir alle dieſe Verhältniſſe mit richtiger Wertſchätzung im Auge behalten, wird es uns verſtändlich, daß die Aufgabe der ſubmarinen Geologie, wie alle Verſuche auf einem neuen, noch unbebauten Gebiete mit beſondern Schwierigkeiten verbunden iſt und daß es fortgeſetzter Anſtrengungen bedarf, um zu einem erſprießlichen, einigermaßen befriedigenden Ergebniſſe zu gelangen.

Was zunächſt das Material betrifft, aus dem jene Niederſchläge auf dem Meeresboden überhaupt beſtehen, ſo iſt es von zweierlei Art und Urſprung: anorganiſch und organiſch. Die mineraliſchen Beſtandteile, welche in das Weltmeer gelangen, ſind von verſchiedener Geſtalt und Größe und hierin von den verſchiedenen Mitteln und Wegen abhängig, durch welche und auf welchen ihr Transport vermittelt wird. Ein Ding können wir von vornherein ſchon konſtatieren: ihr Volumen nimmt mit der Entfernung von der Küſte ab. Durch mannigfache Einflüſſe der Atmoſphärilien werden an den Küſten Felsbrocken und Geſteinſtücke losgeſprengt, fallen ins Meer, werden von den Wellen hin und wieder gerollt und zu einem mehr oder weniger amorphen Material zerſetzt und zerrieben, anderes führen die Flüſſe herbei und bilden an ihren Mündungen bis weit hinaus aus Sand und Schlamm beſtehende unterſeeiſche Deltas, die im Laufe der Zeiten ſich höher und höher erhebend zu feſtem Lande ſich geſtalten können. Der Ausſpruch des alten Napoleon „Holland ſei eine Anſchwemmung des Rheines“ und die bataviſche Tiefebene mithin größtenteils aus dem Abfalle der Alpen aufgebaut, entbehrt nicht ganz der Wahrheit. Der Abfall des feſten Landes ſpielt unter dem Material, das die Niederſchläge auf dem Boden der Meere in

Digitized by Google

der Nähe der Küſten bildet, die Hauptrolle. Weiter hinaus und hinab in den großen Meeresbecken verſchwindet dieſer „kontinentale Detritus“ mehr und mehr und macht einem anderen Materiale Platz, das hauptſächlich aus zerſetzten und zerkleinerten modernen Geſteinen vulkaniſchen Urſprungs, aus Baſalten, Trachyten, Bimſtein u. ſ. w. beſteht oder vulkaniſche Aſche iſt, oft durch den Einfluß des Meerwaſſers bedeutend verändert, ja zu ſekundären Bildungen umgeſtaltet.

Daneben findet ſich noch kosmiſcher Staub von allerlei Art, feinſte Körnchen von Magnet- und Titaneiſen, Nickelpartikelchen meteoritiſchen Urſprungs, die ein anderer kompetenter Beurteiler freilich, Wyville Thomſon, gleichfalls für telluriſche Gebilde zu halten geneigt iſt.

Der Anteil, welchen Organismen an der Bildung des Seebodenniederſchlages nehmen, iſt immer ein weſentlicher, oft ein ſehr bedeutender, bisweilen ein faſt ausſchließlicher. Organismen ſind im ſtande, kraft ihres Stoffwechſels, die im Waſſer aufgelöſte Maſſe von Kieſelſäure, Kalk und Magneſium teilweiſe in ſich aufzunehmen, in die feſte Form überzuführen und zum Aufbau ihrer Schalen und Skelette zu verwenden. Nach dem Tode dieſer pelagiſch lebenden Organismen ſinken ihre Hartgebilde zu Boden, häufen ſich hier im Laufe der Äonen und veranlaſſen, ſich dabei noch mannigfach zerſetzend, kalkige, kieſelige, ſelbſt thonige Niederſchläge. Zu den kalkigen tragen ſeltſame einzellige Algen, nach der Auffaſſung anderer anorganiſche Bildungen von regelmäßiger Geſtalt, die als Coccolithen und Rhabdolithen faſt allenthalben im Meere ſich finden, Foraminiferen, allerlei Polypen, Stachelhäuter, Molluſken und Fiſche bei, — an der Bildung kieſeliger Abſätze beteiligen ſich Diatomeen, Radiolarien und die Nadeln von Kieſelſchwämmen. Hin und wieder werden, und ſtellenweiſe in befremdender Menge, die Zähne großer Haifiſcharten, die Felſenbeine von Waltieren und die Gehörſteine von Knochenfiſchen angetroffen.

Dieſe Niederſchläge ſind indeſſen, wie wir ſchon andeuteten, durchaus nicht von einerlei Art und die verſchiedenen zeigen eine verſchiedene aber geſetzmäßige Verbreitung auf dem Boden der Meere.

Im tiefen Waſſer, in der Nähe der Küſten des Feſtlandes und der Inſeln, ſoweit beide nicht vulkaniſchen Urſprungs ſind oder aus Korallen

Digitized by Google

ſich aufbauen, beſtehen die Sedimente im weſentlichen aus einer Miſchung ſandiger, amorpher Beſtandteile mit einigen Reſten oberflächlich lebender Organismen. Das iſt der „Schlamm“ (ſo überſetzen wir das engliſche Wort „mud“), den man nach ſeiner, dem bloßen Auge wahrnehmbaren Färbung als blauen, grünen und roten unterſcheiden kann. Der blaue Schlamm beſteht aus den erwähnten typiſchen Elementen mineraliſcher, animaliſcher und pflanzlicher Natur: je mehr wir uns von der Küſte entfernen, deſto mehr verſchwinden pflanzliche Reſte, deſto feiner werden die mineraliſchen und deſto zahlreicher die pelagiſch-organiſchen. Der grüne Schlamm erhält ſeine charakteriſtiſche Färbung durch die Beimiſchung von Glauconit, einer Eiſenoxydulſilicatbildung, die höchſt wahrſcheinlich unter der reduzierenden Einwirkung der ſich zerſetzenden organiſchen Materie ſtattfindet. Häufig ſind die Kalkſchalen von Foraminiferen, kleinern Schnecken und Seeigeln von dem Glauconit ausgefüllt und bleibt derſelbe nach der Entfernung der Gehäuſe mittels ſchwacher Säure in Geſtalt prächtiger Steinkerne zurück. Der rote Schlamm iſt ſtark eiſenſchüſſig, enthält keinen Glauconit und verhältnismäßig nur wenig Kieſelreſte; er wird hauptſächlich an der braſilianiſchen Küſte gefunden.

In der Nachbarſchaft vulkaniſcher Küſten und Inſeln beſteht der ſubmarine Niederſchlag hauptſächlich aus den Fragmenten moderner Eruptivgeſteine, iſt von ſchwarzer oder grauer Farbe, zerfällt beim Trocknen zu einem Pulver, enthält keinen Glauconit und ſehr wenig oder gar keinen Quarz. Je nach den Dimenſionen der ihn zuſammenſetzenden Partikelchen kann man ihn als vulkaniſchen Sand oder Schlamm bezeichnen.

Da, wo ſich Koralleninſeln oder entlang der Küſten der Kontinente ausgedehnte Korallenbarrièren befinden, beſtehen die Sedimente auf dem Boden des Meeres aus kalkigen Subſtanzen, Teilen der benachbarten Riffe nebſt den Fragmenten zahlreicher oberflächlich oder auf dem Boden lebender größerer und kleinerer Organismen. Auch ſie können je nach dem Volumen der ſie bildenden Teilchen Korallenſand oder Korallenſchlamm genannt werden.

Derart ſind die Niederſchläge in der Nähe des feſten Landes, gleich-

Digitized by Google

viel ob dasſelbe einen Kontinent oder eine größere oder kleinere Inſel darſtellt und ſie erſtrecken ſich ſeewärts bis auf eine Entfernung von 60—300 Seemeilen und bis in eine Tiefe von mehr als 6000 Meter. In der Nähe der Küſten und der Oberfläche herrſcht auf ihnen ein reges Pflanzen- und Tierleben und das letztere begleitet ſie bis zu den größten Tiefen ihres Vorkommens.

In einer durchſchnittlichen Entfernung von 200 Seemeilen von den Küſten ſind die Sedimente des tiefen Waſſers ausgezeichnet durch die große Menge von Geſteinsbruchſtücken und von Aſchen vulkaniſcher Natur, die meiſt beträchtlich verändert und mit einer unglaublich großen Maſſe von Schalen und Skelettbildungen winziger pelagiſcher, nach dem Tode zu Boden geſunkener Organismen vermiſcht ſind. Dieſe Niederſchläge laſſen ſich in ſolche einteilen, in welchen die animaliſchen Reſte und in ſolche, in denen der mineraliſche Detritus vorherrſcht. Da iſt zunächſt der Globigerinen-Schlick (mit Schlick ſei das engliſche Wort „ooze“ wie mit Schlamm „mud“ überſetzt), eine milchweiße bis gelbliche Maſſe, bisweilen mit einem Stich ins Rötliche oder Bräunliche, feinkörnig und im trocknen Zuſtande ein Pulver bildend. Sein Hauptbeſtandteil iſt kohlenſaurer Kalk, der ſich mindeſtens zu 40%, bisweilen ſelbſt bis zu 95% in ihm findet und in erſter Linie von Schalen von Foraminiferen, namentlich Globigerinen herrührt. Gümbel fand in einem Kubikzentimeter Globigerinenſchlamm 7 Millionen Coccolithen, 5000 größere, 200000 kleinere Foraminiferen, 220000 Teilchen ihrer zerbrochenen Schalen, 4800000 winzige Kalkſtäbchen und Staubteilchen, 150000 Reſte von Spongiennadeln, 100000 Radiolarien und Diatomeen und 240000 Mineralkörner. Daneben findet ſich noch die aus zerſetzten vulkaniſchen Mineralien gebildete Subſtanz, welche überall die Grundmaſſe aller ozeaniſchen Tiefſee-Sedimente bildet. Der Globigerinen-Schlick iſt, zufolge der Aufenthaltsorte der durch ihre Schalen an ſeiner Bildung ſo weſentlich beteiligten Geſchöpfe in den wärmeren Gegenden zu finden. Auf der ſüdlichen Hemiſphäre geht er nicht ſüdlicher als bis zum 50° ſ. B. und nach Norden iſt ſeine Verbreitung im atlantiſchen Ozean eine eigentümliche. In der öſtlichen Seite geht er ziemlich weit nach Norden, unterhalb des warmen Golf-

Digitized by Google

ſtroms, in deſſen Waſſern den lebenden Foraminiferen günſtige Exiſtenzbedingungen geboten werden. In der weſtlichen Seite erreicht der Schlick ſeine Nordgrenze weit eher, da in der kalten Polartrift die Tiere zu leben nicht vermögen. Wir können überhaupt von vornherein erwarten, daß, wo auf der Oberfläche des offnen Meeres die Lebensverhältniſſe dieſelben bleiben, auch die bei gleicher Tiefe unter ihm befindlichen Sedimente dieſelben organiſchen Beimiſchungen zeigen werden. Globigerinen-Schlick findet ſich übrigens nicht in den größten Tiefen, 2400 Faden ſcheinen nach unten ſeine Grenze zu bilden und hier geht er allmählich in den ſpäter zu beſprechenden roten Tiefſee-Thon über.

Die nachſtehende kleine Tabelle, in welcher die während der Fahrt von Teneriffa quer über den atlantiſchen Ozean nach Sombrero in Weſtindien vom Challenger gewonnenen Bodenproben nach ihrer Beſchaffenheit und der Tiefe ihres Vorkommens (in Faden) eingetragen ſind, giebt einen guten Begriff davon, bei welchen Tiefen Globigerinen-Schlick und roter Thon miteinander abwechſeln:

Nr. der Station.	Art der Bodenablagerung.		Nr. der Station.	Art der Bodenablagerung.	
	Globigerinen-Schlick.	Roter Thon.		Globigerinen-Schlick.	Roter Thon.
1	1890	—	13	1900	—
2	1945	—	14	1950	—
3	vacat	vacat	15	—	2325
4	2220	—	16	—	2435
5	—	2740	17	—	2385
6	—	2950	18	—	2675
7	—	2750	19	—	3000
8	—	2800	20	—	2975
9	—	3150	21	—	3025
10	—	2720	22	1420	—
11	—	2575	23	450	—
12	2025	—			

Digitized by Google

In Tiefen über 1400 zeigt der Globigerinen-Schlick eine ſehr ſtarke Beimiſchung von den Schalen gewiſſer Molluſkenformen, der Heteropoden (Fig. 15) und namentlich Pteropoden (Fig. 16) und wird dann nach dieſen „Pteropoden-Schlick“ genannt. Wie der Globigerinen-

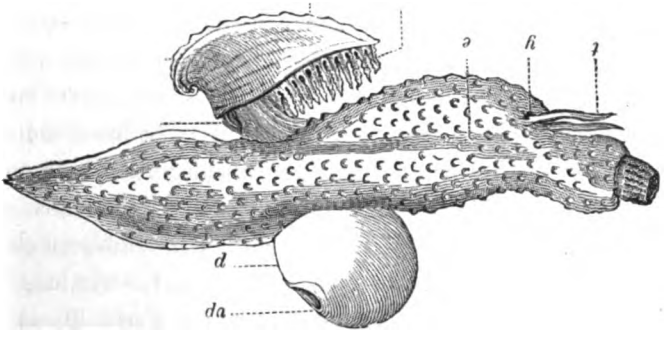


Fig. 15. Eine Heteropode (Carinaria).

Schlick ſucceſſive nach unten in den roten Tiefſee-Thon übergeht, ſo nach oben in den Pteropoden-Schlick.

Ein mehr lokaliſiertes Vorkommen hat der aus den Schalenbruchſtücken von Kieſelalgen gebildete Diatomeen-Schlick. Diatomeen finden ſich auf der Oberfläche des Meeres oder doch nahe unter ihr in verſchiedenen Gewäſſern in größern Mengen, aber wie ſcheint hauptſächlich da, wo dieſelben, ſei es durch eintretende große Ströme oder durch das kontinuierliche Abthauen bedeutender Eismaſſen, anhaltend mit ſüßem Waſſer gemiſcht werden. Zur Bildung eines beſonderen, hauptſächlich aus den Kieſelſchalen dieſer Pflanzen beſtehenden Tiefſee-Schlicks kommt es faſt nur in den ſüdlichen Teilen der Südſee, von Kerguelen bis zum antarktiſchen Eisgürtel, alſo ungefähr vom 53° bis zum 63° ſ. B. und zwar in Tiefen von 1200 bis 1900 Faden. Die Diatomeen bilden mindeſtens die Hälfte der betreffenden Schlickmaſſen, die hellſtrohgelb ausſehen und ſich trocken als ein ſehr feines, ſchmutzigweißes Mehl präſentieren, — eine Art ſubmarinen Kieſelguhrs.

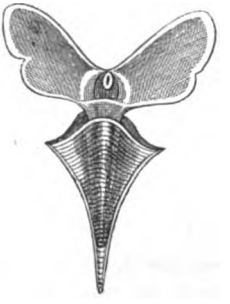


Fig. 16. Eine Pteropode (Hyalea).

Digitized by Google

Die wundervollen Kieſelſkelette der Radiolarien oder Strahlinge, wie ſie ihr großer Kenner Haeckel nennt, fehlen in keiner Tiefſeeablagerung ganz, aber in einigen Teilen des ſtillen Ozeans beſteht der Grundſchlick bis zu 80%, ja ſtellenweiſe faſt vollkommen aus ihnen. Dieſer Radiolarien-Schlick findet ſich, oft abwechſelnd mit Globigerinen-Schlick oder inſelartig in ihm verteilt, von 2200—4600 Faden.

Am weiteſten über den Boden aller offnen Ozeane, im atlantiſchen von 2000, im ſtillen von 2400 Faden an abwärts, verbreitet, findet ſich der reine rote Tiefſee-Thon, die in jeder Hinſicht intereſſanteſte und am meiſten charakteriſtiſche moderne Meeresablagerung. Er tritt zwar auch in geringeren Tiefen auf, iſt dann aber nicht rein, bildet vielmehr das Bindemittel der übrigen Tiefſeeſedimente, des Globigerinen-Radiolarienſchlicks u. ſ. w. Seine am meiſten typiſche Entwicklung erreicht er indeſſen im Zentrum des ſtillen Ozeans. Seine Farbe iſt ein helleres oder dunkleres Braun, ſeltener iſt ſie grau, und beruht auf der Gegenwart von Eiſenoxyd und Mangan. Im trocknen Zuſtande bildet der Thon ziemlich feſte Klumpen, die ſich aus kleinen Teilchen von Mineralien und Kieſelſkeletten (kaum je größer als 0,05 mm) von ſehr gleichmäßigen Dimenſionen zuſammenſetzen. Nach Murray entſteht er durch eine, ſtellenweiſe Schritt vor Schritt zu verfolgende Zerſetzung von Mineralien vulkaniſchen Urſprungs, aus Bimſtein, vulkaniſchen Aſchen etc., die von ſupra- und ſubmarinen Vulkanen auf große Strecken fortgeſchleudert oder, bei erſteren wenigſtens, auch vom Winde getragen werden. Dazu geſellen ſich zahlreiche Partikelchen kosmiſchen Staubes als Magnet- und Titaneiſen, oft noch von der charakteriſtiſchen ſphäriſchen Geſtalt. Kohlenſaurer Kalk, ſonſt in weniger tief vorkommenden Meeresablagerungen ſo weit verbreitet, tritt in dem roten Thon zurück, infolge des Einfluſſes von freier, im Seewaſſer in bedeutenden Tiefen in größerer Menge vorhandener Kohlenſäure. Dittmar freilich bezweifelt, daß dies der Fall ſei und meint, der unmittelbare Einfluß des Seewaſſers genüge, ſelbſt wenn es alkaliſch ſei, bei entſprechend langer Zeitdauer den kohlenſauern Kalk nach und nach in ſich aufzunehmen. Nach Gümbels Anſicht (Sitzungsber. d. math.-phyſ. Klaſſe d. k. b. Akad. München, 1878) iſt die Ablagerung dieſes Thons in erſter Linie das Reſultat eines rein

Digitized by Google

mechaniſchen Vorgangs und er geht aus einer Zerſetzung thonerdehaltiger Mineralien aus den im Meeresboden anſtehenden Felſen hervor oder aber durch den Niederſchlag der im Meereswaſſer als feinſter Teilchen ſuspendierten, vom Lande her durch Flüſſe zugeführten (wozu indeſſen im ſtillen Ozean verhältnismäßig wenig Gelegenheit iſt) oder durch aufſteigende Quellen vom Meeresgrund aufgewirbelten Thonflocken.

Merkwürdig zahlreich ſind in dieſem roten Thon Zähne von Haien, Felſenbeine von Waltieren und Gehörſteine von Knochenfiſchen, welche bisweilen den Kern ſehr eigentümlicher Manganknollen bilden. Dieſe Gebilde (Haloſphären), die in den meiſten Fällen indeſſen ein „mit großer Wahrſcheinlichkeit“ einer unterſeeiſchen vulkaniſchen Eruption entſtammendes Stück Bimſtein enthalten, müſſen den Boden, namentlich des ſtillen Ozeans, ſtellenweiſe geradezu bedecken. Die Oberfläche dieſer oft anſehnlichen, von Gümbel (l. c.) näher unterſuchten Knollen iſt rauh und von ſchmutzigbrauner Farbe. Auf dem Querſchnitt zeigen ſie ſich als aus Überlagerungen höchſt zahlreicher dünner Kugelrinden gebildet, die als dunklere und hellere dünne Schichten mit einander abwechſeln. Ihre Hauptmaſſe beſteht aus feſterem Thon und außerdem enthalten ſie 23,6⁰ Manganhyperoxyd und 27,46⁰ Eiſenoxyd.

Die Urſache der fremdartigen Körper ſucht der berühmte Münchner Geologe in unterſeeiſchen Quellenergüſſen, die durch Ausſcheidung den Manganüberzug bewirken, dafür ſpricht die ungeheuere Menge des Mangans und die Textur der Knollen. Das Arrangement der Schalenbildung läßt auf eine große, auf dem Boden des Waſſers herrſchende Bewegung ſchließen. Von Flutbewegungen der Oberfläche kann bei den Tiefen, in welchen die Gebilde vorkommen, nicht die Rede ſein, auch auf Grundſtrömungen kann ihr Entſtehen nicht zurückgeführt werden. Dieſe würden doch konſtant in einer Richtung wirken, aber nicht ein Hin- und Herrollen vermitteln, wie es die Knollenbildung vorausſetzt. Die Urſache dieſer Bewegung iſt auf dem Boden des Meeres ſelbſt zu ſuchen und ſie iſt in mit großer Macht aufſteigenden ſubmarinen Quellen zu finden. Die oolithenartige Form der Knollen wird durch die ſtrudelnde Bewegung, welche das Aufſteigen dieſer Quellen begleiten muß,

Digitized by Google

erlangt, — es ſind Oolithenbildungen im großen, die auch ihren Mangangehalt jenen Quellen entnehmen.

Manchmal iſt die auf einem Haifiſchzahn abgelagerte Schalenbildung mehrere Zentimeter dick, was auf einen ſehr lange dauernden Abſcheidungsprozeß ſchließen läßt. Überhaupt müſſen die großen Waſſerbecken, nach Murrays Deduktion, ungeheuer alt ſein. Dafür ſpricht, daß der rote Thon von vulkaniſchem Materiale in einem ſo hohen Grade der Zerſetzung gebildet wird, ferner die große Menge kosmiſchen Staubes, der ſich in ſolchen Maſſen nur im Laufe von Äonen niederſchlagen konnte. Aus dieſer Vorausſetzung allein läßt ſich auch die überraſchend große Menge jener ſehr reſiſtenten Wirbeltierreſte erklären. Es iſt abſolut kein Grund erfindlich, daß nun gerade die Regionen des ſtillen Ozeans, deren Boden mit jenen organiſchen Körpern ſo überaus reich geſegnet iſt, zahlreichere Wale und Haie beherbergen ſollten als andere Meeresgegenden, auf deren Grund ſolche Reſte nur ſehr ſelten gefunden werden. Dazu kommt noch, daß manche jener Zähne ausgeſtorbenen Formen angehören: Wyville Thomſon erwähnt ihrer, die gewaltig groß, vier Zoll breit an der Baſis waren und ſich von foſſilen aus den tertiären Straten Maltas nicht unterſcheiden ließen. Die Bildung des roten Thones iſt mithin ſeit einer ungeheuer langen Zeit vor ſich gegangen, unbeirrt von all den geologiſchen Veränderungen, welche Landmaſſen abwechſelnd ſteigen und ſinken, Berge entſtehen und vergehen ließen, während deren die landbewohnende Tierwelt ſich außerordentlich veränderte und viele ihrer alten Arten, Gattungen und Familien ausſtarben und neue entſtanden. Dieſe Niederſchläge in den größten Tiefen der Meere entſprechen weder in ihrer Struktur noch in ihrem Material irgend einer geologiſchen Formation, ja Wyville Thomſon iſt, entgegen der Anſicht ſehr vieler anderer Forſcher, der Meinung, daß ſie uns nötigen, in keiner exiſtierenden älteren Formation eine wahre Tiefſeebildung zu erblicken.

Im Anſchluß an dieſe Betrachtungen der Ablagerungen in den Meerestiefen dürften wir paſſend auch des famoſen Bathybius gedenken.

Dieſes moderne Fabelweſen erſchien, froh begrüßt, mit hoffnungweckendem Glanze am wiſſenſchaftlichen Himmel, leuchtete angeſtaunt

Digitized by Google

einige Jahre und tauchte, nicht ohne Knalleffekt, ins weſenloſe Nichts zurück.

Im Jahre 1868 unterwarf der ausgezeichnete engliſche Biologe Thomas Huxley Proben von Tiefſeeſchlamm, welche man elf Jahre vorher bei den Vorunterſuchungen zur Legung des erſten transatlantiſchen Tiefſeekabels heraufgebracht hatte, einer eingehenden Unterſuchung. Er fand ihn durchſetzt von formloſen, kleinere oder größere Klümpchen bildenden eiweißartigen, gelatinöſen Maſſen, welche er für Protoplasma anſah und als einen Organismus niederſter Art mit dem Namen Bathybius Haeckelii (Haeckels Tiefſeeweſen) bezeichnete. Die Zoologen der Porcupine-Expedition, Wyville Thomſon und Carpenter, glaubten in dem nämlichen Jahre den Bathybius wiedergefunden zu haben und ſtellten ſogar die Behauptung auf, Lebenserſcheinungen an ihm wahrgenommen zu haben.

Dieſes protiſtiſche Weſen ſollte nun den Tiefſeeſchlamm allenthalben überziehen, es ſollte gewiſſermaßen ſelbſt einen lebenden Schlamm darſtellen, es wurde als der wahre, von Oken vorhergeahnte „Urſchleim“ begrüßt und zum Ureltervater aller Organismen geſtempelt. Wyville Thomſon beſchreibt dieſen Urſchleim als Netze von eiweißartiger Subſtanz bildend und langſam ſeine Geſtalt verändernd, er ſei bis zu einem gewiſſen Grade bewegungsfähig und „es ſei zweifellos, daß er die Erſcheinungen einer ſehr einfachen Art des Lebens zeige“. Haeckel ſelbſt unterſuchte, allerdings in Weingeiſt konſervierten, Bathybius ſehr genau, ging ihm mit Färbemitteln, Karmin und Jod zu Leibe, auf welche er liebenswürdigſt reagierte, — die Exiſtenz von Haeckels Tiefſeeweſen, theoretiſch begründet, ſchien auch empiriſch geſichert.

Es war nun natürlich, daß man ſich auf der Challenger-Expedition alle erdenkliche Mühe gab, dieſen tief bedeutſamen Bathybius wiederzufinden, — man fand ihn leider nicht, wohl aber etwas anderes. That man nämlich den Tiefſeeſchlamm in Weingeiſt, ſo nahm er ein gelatinöſes Anſehen an und ebenſo zeigten ſich flockige Maſſen. Buchanan wies nun nach, daß dieſe nichts ſeien als Niederſchläge von ſchwefelſauerem Kalk, hervorgerufen durch den Einfluß des Alkohols auf das Seewaſſer. Die Reſultate ſeiner fortgeſetzten Unterſuchungen ergaben,

Digitized by Google

daß der amorphe Niederſchlag in Seewaſſer, das höchſtens mit dem Doppelten ſeines Volumens Weingeiſt gemiſcht iſt, binnen kurzem eine kryſtalliniſche Beſchaffenheit annehme, bei einem größeren Zuſatz von Alkohol aber amorph bleibe und eine gallertartige Konſiſtenz gewänne. Dieſer gallertartige Niederſchlag von ſchwefelſaurem Kalk färbt ſich durch Jodlöſung und Karmin, — er iſt, wenn er mit Schlick vermiſcht iſt, unzweifelhaft Bathybius Haeckelii. Unter allen Umſtänden iſt dieſer Urorganismus ein Kunſtprodukt und die in ihm enthaltenen winzigen Kalkſcheibchen oder Doppelſcheibchen, die vielgenannten Coccolithen, ſind nichts als einzellige Kalkalgen, wie ſie, mit Ausnahme der ſüdlichen Breiten jenſeits Kerguelenlands, in allen Meeren ungeheuer häufig gefunden werden.

Huxley und Wyville Thomſon traten, angeſichts dieſer nicht wegzuleugnenden Thatſachen, den Rückzug an und als nun gar Möbius 1876 auf der Naturforſcherverſammlung zu Hamburg coram publico nicht ohne dramatiſchen Effekt Bathybius machte, verlor der philoſophiſche Urſchleim auch in Deutſchland ſeinen Kredit, — nur Haeckel glaubt noch an ihn oder that es wenigſtens noch vor einigen Jahren. „Je mehr aber hier die eigentlichen Eltern des Bathybius (nämlich Huxley und Wyville Thomſon, — aber wer iſt der Vater und wer die Mutter?) ſich geneigt zeigen, ihr Kind, ſagt Haeckel, als hoffnungslos aufzugeben, deſto mehr fühle ich mich als Taufpate verpflichtet, ſeine Rechte zu wahren und womöglich ſein erlöſchendes Lebensfünkchen zur Geltung zu bringen.“ Poor Bathybius!

Tiefſeethermometer und Tiefſeetemperaturen. Schon ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts (Ellis 1749) hat man die Temperatur des Tiefſeewaſſers zu meſſen verſucht. In der Regel bediente man ſich dabei des vom Botaniker Stephen Hales um 1738 erfundenen Schöpfapparates, mittels deſſen man Waſſer aus einer gewiſſen Tiefe heraufholen kann, ohne daß eine Miſchung mit dem dabei paſſierten Waſſer einträte. Daneben aber brachte man ſchon 1780 Thermometer in Anwendung, die von ſchlechten Wärmeleitern umgeben, in die Tiefe ge-

Digitized by Google

laſſen wurden. Auf der Expedition des ruſſiſchen Schiffes Newa (1803 bis 1806) machte der Kommandant Kruſenſtern die erſten Verſuche, die Temperaturen der Tiefſee mittels des ſelbſtregiſtrierenden Maximum- und Minimum-Thermometers zu machen.

Ein ſolches Thermometer, nach ſeinem Erfinder (1732) das Sixſche genannt, beſteht aus einer Uförmig gebogenen Glasröhre, welche oben an beiden Enden zugeſchmolzen iſt. Das linke Ende (vom Beſchauer) iſt ſtärker, das rechte geringer erweitert. In der Biegung der Röhre befindet ſich eine, natürlich gleichfalls gebogene Queckſilberſäule. Der linke (vom Beſchauer) Röhrenſchenkel und die große Endkammer oberhalb des Queckſilbers iſt vollkommen mit Alkohol oder mit Kreoſot gefüllt, der linke zum dritten Teil mit Alkohol, der Reſt mit den von dieſem entwickelten Dämpfen. Oberhalb des Spiegels der Queckſilberſäule befindet ſich ein ſogenannter Index, — ein Stahlſtäbchen, an das ein Borſtenſtückchen befeſtigt iſt, das als Spannfeder dient und verhindert, daß das Stäbchen ſeiner eignen Schwere folgend, wieder zurückgleitet, wenn es einmal an irgend einer Stelle der Röhre oberhalb des Queckſilbers angelangt iſt.

Kommt dieſes Thermometer nun in größere Wärme, ſo dehnt ſich das Kreoſot oder der Alkohol links aus, ſchiebt die Queckſilberſäule in den rechten Schenkel hinauf, damit aber auch zugleich den rechten Index, während die Flüſſigkeit an dem linken, durch die federnde Borſte eingeklemmten Index vorbeigeht, ohne ihn zu bewegen. Nun ſetzen wir den Fall, das Thermometer wird wieder in größere Kälte gebracht, ſofort zieht ſich die Flüſſigkeit in dem linken Schenkel zuſammen, die Alkoholdämpfe im rechten erhalten freien Spielraum, dehnen ſich aus und ſchieben die Queckſilberſäule vor ſich her, ſo daß dieſe ihrerſeits im linken Schenkel um ſo mehr ſteigt, je mehr der Alkohol oder das Kreoſot infolge der Kälte ſich links zuſammenzieht, wobei ſie zugleich den linken Index, die Klemmkraft der Borſte überwindend vor ſich her nach oben ſchiebt. Der rechte Index bleibt in ſeiner früheren Lage, da ja Flüſſigkeiten und Dämpfe frei an ihm vorbeipaſſieren können. So zeigt der Index in der rechten Röhre den höchſten, der in der linken den niedrigſten Temperaturgrad, dem das Thermometer innerhalb einer

Digitized by Google

gewiſſen Zeit ausgeſetzt geweſen iſt. Will man das Inſtrument zu neuem Gebrauche fertig ſtellen, ſo werden die beiden ſtählernen Indices mittels eines Magneten auf das Niveau der Queckſilberſpiegel herabgezogen. Das Ganze ruht natürlich auf einer graduierten Skala, von welcher man links die niedrigen, rechts die hohen Temperaturen ablieſt.

Das einfache Sixſche Thermometer iſt indeſſen nur bis zu einer gewiſſen, nicht einmal ſehr bedeutenden Tiefe verwendbar. Bei größeren Tiefen treibt der Waſſerdruck noch unabhängig von der Temperatur die Flüſſigkeit links zu weit herunter, ſo daß der rechte Index zu hoch heraufgeſchoben wird, und damit höhere Temperaturgrade angiebt, als in Wahrheit auf die Flüſſigkeit wirkten. Das wäre nun nicht ſo ſchlimm, wenn der Einfluß des Druckes auf alle „Thermometer-Individuen“ gleich wirkte, dann könnte man den Fehler durch Berechnung eliminieren, — aber die Dicke und ſonſtige Qualität der Glasröhren iſt ungleich, daher werden dieſe auch verſchieden auf den auf ſie ausgeübten Druck reagieren. Bei ſehr bedeutenden Tiefen würde überhaupt das ganze Inſtrument zerpreßt werden.

Schon Sir John Roß (1818) und du Petit Thouars (1838 auf der Reiſe der franz. Fregatte la Venus) machten Verſuche, die Six'ſchen Thermometer durch geeignete Umhüllungen vor dem Einfluß unberufenen Drucks zu ſchützen. Der berühmte, durch eigene Hand ums Leben gekommene engliſche Seemann Robert Fitz-Roy, der Kommandant des Beagles, mit dem Darwin die Reiſe um die Erde machte, ſchloß ein Sixſches Thermometer in eine in gleicher Weiſe gebogene weitere Glasröhre und füllte den Zwiſchenraum zwiſchen der innern Wand der äußern und der äußern der innern Röhre zum Teil mit Queckſilber an. Auf Vorſchlag des Profeſſor Miller wurde von Caſella ein entſprechendes Thermometer konſtruiert, bei welchem der Zwiſchenraum zwiſchen beiden Röhren anſtatt mit dem ſchweren und daher Beſchädigungen leicht herbeiführenden Queckſilber zum Teil mit Alkohol ausgefüllt iſt, ſo daß die äußere Röhre den ganzen Druck allein erleidet und die neben dem Alkohol im Zwiſchenraum befindliche Luft abwechſelnd zuſammengepreßt und ausgedehnt wird. Dieſe „Miller-Caſella“- (Fig. 17) Thermometer werden nun auf hohen Druck adjus

Digitized by Google

tiert, nämlich von $3\frac{1}{2}$ Ton engl. (70 Ctr.) auf den Quadratzoll Oberfläche, was für eine Tiefe bis zu zirka 4800 Meter vollkommen genügt. Als der Challenger die erwähnte große Tiefe nördlich von St. Thomas (7086 Meter) lotete, wurden zwei mit hinabgelaſſene Miller-Caſella-Thermometer (Nr. 39 und 42 des Inventars) zerbrochen wieder heraufbefördert, ſie hatten dem furchtbaren Druck nicht zu widerſtehen vermocht!

Das Doppelrohr wird nun auf eine Platte von Hartgummi mit Porzellanſkala befeſtigt und dann in eine feſte Kupferkapſel (Fig. 17 b) gebracht, welche oben und unten Löcher zum freien Durchtritt des Waſſers hat.

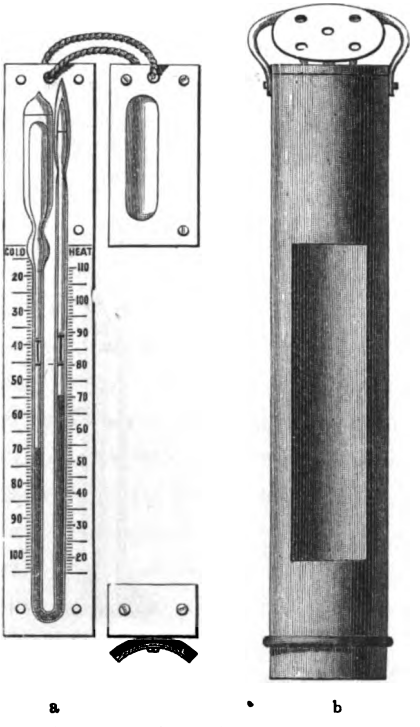


Fig. 17. a) Miller-Caſella-Thermometer, b) ſeine Hülſe.

Die Sixſchen Maxima- und Minima-Thermometer haben indeſſen mancherlei Fehler und ihr Gebrauch iſt mit gewiſſen Unbequemlichkeiten verbunden: ſie müſſen ſorgfältig in vertikaler Stellung aufbewahrt werden, ſonſt geraten ſie in Unordnung, die Indices ſind bis zu einem gewiſſen Grad unzuverläſſig, denn es iſt nicht mit abſoluter Sicherheit ausgeſchloſſen, daß ſie nicht einmal dem eigenen Gewicht folgend ſich ſenken, daher bleibt eine jede mit dieſen Inſtrumenten angeſtellte Beobachtung zweifelhaft und bis zu einem gewiſſen Grade anfechtbar und außerdem arbeiten auch die beſten nicht genau genug rückſichtlich des Anzeigens der Bruchteile von Graden.

Ein anderes Tiefſeethermometer, dem das Prinzip des Breguetſchen Thermographs zu Grunde liegt, hat J. Saxton, ein nordamerikaniſcher Beamter der U.-S. Coast Survey, konſtruiert. Eine aus einem Platin- und einem Silberſtreifen, die durch ein eingeſchaltetes Goldplättchen

Digitized by Google

verbunden ſind, gebildete Spirale rollt ſich mehr auf oder zieht ſich mehr zuſammen je nach dem Steigen und Fallen der Temperatur. Dieſe treibende Kraft bringt eine Spindel, um welche die Spirale läuft, zum Drehen und ein übertragendes Räderwerk verſtärkt dieſe Bewegung, welche ſich auf einem Zifferblatt regiſtriert. Für geringere Tiefen ſoll der Apparat gut genug arbeiten, aber bei größeren werden, wie bei allen Tiefſeemaſchinen, an welchen Räderwerke ſich befinden, die Fehler zu groß und ſind außerdem nicht konſtant.

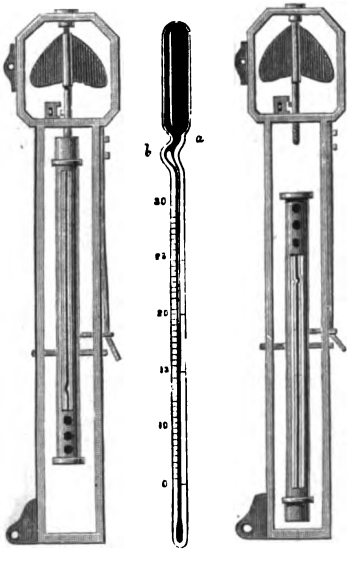


Fig. 18. Negretti-Zambra-Thermometer.

Im Jahre 1878 traten nun Negretti und Zambra (Fig. 18) mit einem Tiefſeethermometer hervor, das allen Anforderungen bis jetzt am beſten entſpricht. Es iſt dies Inſtrument ein ſogenanntes „Kipp- oder Umdrehungsthermometer“ und die Sache läuft darauf hinaus, daß von einer Queckſilbermaſſe ſich ein Faden losreißt, wenn der Apparat umgedreht wird. Die Queckſilberkammer hat nicht, wie gewöhnlich, die Geſtalt einer Kugel, ſondern iſt cylindriſch. Das Lumen der Röhre iſt bei ihrem Anfange unmittelbar oberhalb der Kammer (Fig. 18A) in beſonderer Art verengt und oberhalb dieſer Stelle, da, wo die ganze Röhre eine ſeitliche Biegung macht, in der Richtung von rechts nach links ſtark erweitert, worauf es ſich wieder verengt und verengt bleibt, bis zum oberſten Ende, in welchem es ſich wieder zu einem kleinen cylindriſchen Reſervoir erweitert. Hält man das Inſtrument ſenkrecht mit dem Queckſilber nach unten, ſo iſt die Kammer, die ganze Röhre und ein Teil des obern Reſervoirs mit Queckſilber gefüllt, der Reſt des Reſervoirs iſt luftleer, ſo daß alſo das Queckſilber Raum zum Steigen hat.

Wird das Thermometer umgekehrt, ſo daß die Queckſilberkammer nach oben kommt (wie in Fig. 18A und C), ſo reißt der Queckſilber-

Digitized by Google

faden bei a ab und ſein unterer Teil wird mit in das Reſervoir gezogen, das dann ganz gefüllt iſt, während ein anderer Teil in der Röhre bleibt und vom Queckſilber in der Kammer durch einen luftleeren Raum getrennt iſt. Die Länge dieſes letzteren Teiles entſpricht der Temperatur, bei welcher die Umdrehung des Inſtrumentes geſchah. Die Graduierung befindet ſich, wie bei den meiſten, wiſſenſchaftlichen Zwecken dienenden, Thermometern in der Wandung der Röhre ſelbſt auf einer Emailplatte.

Um das Inſtrument zur Beobachtung geſchickt zu machen, hält man es in normaler Stellung, die Kammer nach unten, das Reſervoir nach oben (wie in Fig. 18 B). Das Queckſilber in der Röhre reſp. im Reſervoir nimmt dann den der äußeren Temperatur entſprechenden Stand ein, wie in einem jeden gewöhnlichen Thermometer. Hat es den richtigen Stand erreicht, ſo wird der Apparat einfach umgekehrt und kann in dieſer Stellung bis zu gelegener Zeit zum Ableſen aufbewahrt werden. Der abgeriſſene und nach unten gefallene reſp. gezogene Teil des Queckſilberfadens iſt zu zart, als daß auch ein bedeutender Temperaturwechſel den Grad ſeiner Ausdehnung weſentlich zu ändern vermöchte. Die anſehnlichere Menge des Queckſilbers in der oberen Kammer wird allerdings noch durch die Temperatur beeinflußt: dehnt es ſich bei geſteigerter Wärme aus, ſo wird etwas davon in die Erweiterung der Röhre bei b fallen, kann aber, da die Kraft der Adhäſion des Metalls an der Innenwandung der Röhre die Schwerkraft überwiegt, nicht weiter nach unten gleiten, ſodaß alſo der abgeriſſene Queckſilberfaden in der Röhre auf alle Fälle unverändert bleibt. Für dieſe Stellung iſt auch die Skala graduiert, deren Zahlen bei normaler Stellung des Inſtruments (Kammer nach unten) mithin auf dem Kopf ſtehen und in umgekehrter Reihe aufeinanderfolgen.

Eingeſchloſſen iſt das Inſtrument in eine ſehr ſtarke Glasröhre, die allerdings Schutz gewährt, aber auch den Einfluß der Temperatur verlangſamt. Um dieſem Übelſtand zu begegnen, iſt der untere Teil der umhüllenden Röhre, ſo weit die Kammer des Thermometers in ihr ſteckt, mit Queckſilber ausgefüllt und gegen den übrigen Teil des Lumens abgeſchmolzen. Dieſes Queckſilber wirkt, als ſehr guter Wärmeleiter, die außerhalb der Außenröhre herrſchende Temperatur auf das

Digitized by Google

Innere des Thermometers vermittelnd zu übertragen. Der ganze Apparat wird, bevor er in die Tiefe verſenkt wird, in einen länglichen Holzkaſten eingeſetzt, der außerdem ſo weit mit Schrot gefüllt iſt, daß er eben noch ſchwimmen würde. Derſelbe wird hierauf unmittelbar oberhalb des Lotes ſo an deſſen Leine befeſtigt, daß die Queckſilberkammer nach unten ſteht. In dieſer Lage bleibt das Ganze bis das Lot, nachdem es den Boden berührt hat, wieder aufgezogen wird. Beim Aufziehen kippt es infolge des Widerſtandes des Waſſers und des im Kaſten befindlichen Schrotes, das dabei an deſſen anderes Ende rollt, um, der Queckſilberfaden reißt ab und die Temperatur wird in der oben beſchriebenen Art durch ſeinen Stand in der Röhre markiert.

Die Vorzüge dieſes Thermometers ſind ſehr bedeutend: an ihm laſſen ſich noch 0,2, ja ſelbſt 0,1 Grade ableſen und es kann in der kurzen Zeit von 5—10 Sekunden um 5^0 F. ſteigen oder fallen.

Eine ſpätere Verbeſſerung des Apparats betrifft ſeine Befeſtigung und die Art ſeines Umkippens. Das Thermometer wird, die Queckſilberkammer nach unten, dergeſtalt in einen Metallrahmen befeſtigt, daß es das Übergewicht nach unten hat, oben aber durch eine Propellerſchraube eingeſpannt iſt. Die Flügel dieſer Schraube ſind derart, daß ſie ſich beim Hinablaſſen geſchloſſen erhält, beim Emporziehen aber aufdreht, ſo daß das Thermometer losgelaſſen wird und dem Übergewicht folgend umkippt (Fig. 18C). Da aber die Propellerſchraube bisweilen durch äußere Hinderniſſe, oder dadurch, daß ſie zu ſchwer geht, in ihrer Thätigkeit beeinträchtigt wird, ſo hat A. Milne Edwards für die Talisman-Expedition einen anderen Umdreh-Modus erfunden (Fig. 19). Das Thermometer wird in ſeinem Rahmen durch einen ſeitlichen Haken, der von oben in das untere Ende einer metallenen Schutzhülle eingreift, in ſeiner Lage erhalten. Dieſer Haken iſt an den äußeren Stab des Rahmens beweglich befeſtigt und verlängert ſich über das Scharnier als langer Arm, an deſſen Ende ein dünner Bindfaden befeſtigt iſt. Das andere Ende dieſes Bindfadens iſt an den Tragedraht der Lotgewichte angeknüpft. Erreicht die ganze Maſchine den Boden, ſo löſen ſich, wie wir ſahen, die Gewichte mit ihrem Draht los, dabei wird der Bindfaden, der den Draht mit dem Hakenarm verbindet,

Digitized by Google

natürlich zerriſſen, der Hakenarm aber nach unten gezogen, ſo daß ſich der in der Thermometerkapſel eingehakte Zapfen aushebt, das Thermometer frei wird und, dem Übergewicht folgend, umkippt.

Die Verteilung der Temperaturen des Meeres nach den Tiefen, nach Ozeanen und Zonen iſt ſehr intereſſant, kann uns hier aber nur beiläufig einen Augenblick beſchäftigen.

Die Temperatur des Meereswaſſers iſt im allgemeinen auf der Oberfläche und nahe unter ihr am höchſten, von hier nimmt ſie während der erſten 100 Faden raſch ab, dann langſamer bis zu 500—600 Faden und darauf äußerſt langſam entweder bis zum Boden oder bis zu einem gewiſſen Horizont oberhalb desſelben, von wo aus bis zum Grunde dann die Temperatur die gleiche oder faſt die gleiche bleibt. In den großen Tiefen (von 3000 Faden an) ſchwankt die Temperatur nur um 5° C., von + 2° unter den Tropen bis — 3° in den arktiſchen und antarktiſchen Gewäſſern, auf der Oberfläche aber um 33°, da ſie hier unter dem Äquator + 30°, in der Nähe der Pole — 3° betragen kann. Die großen Ozeane ſind aber bei gleicher Tiefe weder unter ſich noch in ihren einzelnen, wenn auch unter gleichen Breitgraden gelegenen, Regionen betreffs der Temperatur gleich. So iſt durchſchnittlich der ſtille Ozean unterhalb 1500 Faden um ein Grad kälter als der atlantiſche.

Sehr eigentümlich geſtalten ſich aber die Verhältniſſe der Temperaturverteilung nach den Tiefen ein und desſelben Ozeans in ſeinen

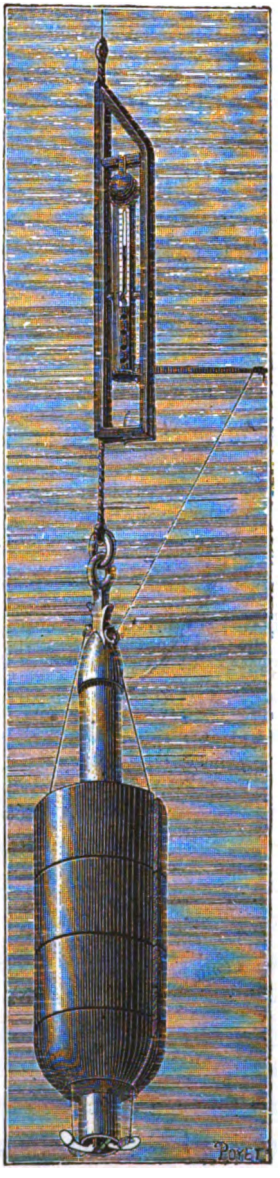


Fig. 19. Negretti-Zambra-Thermometer zuſammen mit Hydralot

Digitized by Google

verſchiedenen Teilen. Einmal ſteigen im allgemeinen die „Iſobathythermen", die Horizonte gleicher Temperaturen, im Meereswaſſer vom Äquator polwärts, was wenig erſtaunlich iſt, dann aber zeigen ſich ſehr merkwürdige Verſchiedenheiten nach den Längsgraden. Im öſtlichen atlantiſchen Ozean z. B., von der Weſtküſte Englands bis zum Kap der guten Hoffnung beträgt die Temperatur, faſt gleichmäßig, von 2000 Faden an bis zum Boden, 1,9° C. im nordweſtlichen bis zum Kap Orange in Guyana 1,6°, aber in dem ſüdweſtlichen Teil, vom Kap Orange ſüdlich, ſinkt die Temperatur mit zunehmender Tiefe nach und nach, es findet ſich oberhalb des Bodens keine hohe Schicht Waſſers von gleichmäßiger Temperatur und dieſe ſinkt auf dem Boden ſelbſt um 2° gegenüber derjenigen in derſelben Tiefe unter demſelben Breitgrad in der öſtlichen Hälfte; wenn ſie hier + 1,9° C. beträgt, beträgt ſie dort — 0,3° C.

Dies erklärt ſich folgendermaßen: der Boden der Ozeane ſenkt ſich nicht, wie man früher wohl meinte, muldenartiger vor den Küſten der ſie umlagernden Kontinente, ſo daß etwa in ihrer Mitte ſich die bedeutendſte Tiefe finden müßte, — er beſitzt vielmehr wie das oberſeeiſche Land Gebirge, Thäler, Hochplateaus von verſchiedener Höhe, Tiefe, Richtung und Geſtalt. So zieht ſich in der Mitte des atlantiſchen Ozeans vom 53° n. Br. bis zum 53° ſ. Br. ein gewaltiger Gebirgszug, der nur an einzelnen tiefſten Stellen, gewiſſermaßen Päſſen, bis 1970 Meter unter der Oberfläche des Meeres ſinkt, aber mit einzelnen hohen Bergſpitzen ſich über dieſelbe erhebt. Solche Bergrieſen ſind von Nord nach Süd: die Azorengruppe mit dem Pico alto auf Pico (2222 Meter), St. Paul (20 Meter) Aſcenſion (870 Meter) und der Gaucinſankar des Gebirges Triſtan d'Acunha (2440 Meter). Dieſes großartige Gebirge, gewiſſermaßen das Rückgrat des Bodens des atlantiſchen Ozeans, läuft nicht ganz gerade von Nord nach Süd: erſt wendet es ſich als Delphinrücken ſüdſüdweſtlich bis zum 10° n. Br. und 50° w. L., von da als „Verbindungsrücken" faſt rein öſtlich bis 15° w. L. und endlich als Challengerrücken rein ſüdlich. Von dieſem Längsgebirge gehen zwei anſehnlichere Quergebirge weſtlich und öſtlich ab, welche dasſelbe mit den viel höheren Gebirgs- und Hochplateaumaſſen, Südamerika und Afrika genannt, verbinden. Das erſtere Quergebirge erſtreckt ſich von

Digitized by Google

der Stelle, wo Delphin- und Verbindungsrücken zuſammenſtoßen, nach der Küſte von Guyana, das andere etwas nördlich von Triſtan d'Acunha beginnend bis zur Walfiſchbai und Damaraland in Weſtafrika. Infolge der Architektur dieſer ſubmarinen Gebirge finden ſich auf dem Boden des atlantiſchen Ozeans drei große Thäler mit weit ausgedehnten Tiefebenen. Das eine gewaltigſte erſtreckt ſich öſtlich vom atlantiſchen Längsrücken vom 53° n. Br. bis zum 32° ſ. Br., ein zweites nordweſtliches Baſſin weſtlich vom 53° bis zum 10° n. Br. und ein drittes ſüdweſtliches von hier bis zum antarktiſchen Meere.

In dieſer Geſtaltung des Bodens des atlantiſchen Ozeans liegt aber der Schlüſſel für das Verſtändnis der verſchiedenen Art, wie ſich in ſeinen Gewäſſern die Temperaturen verteilen.

Es iſt klar, daß das kalte Bodenwaſſer der tropiſchen Meere nicht an Ort und Stelle ſeine Temperatur erhalten haben kann, denn die Erde giebt allenthalben auch unter Waſſer von ihrer Wärme ab und um ſo mehr, je näher ihrem Mittelpunkte, alſo auf dem tiefen Meeresboden ſicher mehr als auf einer Ebene des Landes unter gleicher Breite. Es läßt ſich beweiſen (vergl. Zöbitzer bei v. Boguslawski-Krümmel, Handb. der Ozeanogr. B. II pg. 283), daß die Temperatur des Waſſers auf dem Meeresboden, wenn alle Bewegungsmöglichkeit in vertikaler Richtung ausgeſchloſſen wäre, der mittleren Wintertemperatur der Atmoſphäre unmittelbar an der Oberfläche entſprechen würde. Dieſe iſt nun aber unter dem Äquator ungleich viel höher als jene und das tropiſche Bodenwaſſer muß ſeine Kälte wo anders acquiriert haben und es muß von wo anders herkommen.

In den großen Ozeanen finden, abgeſehen von den ſchnelleren horizontalen Strömungen, auch vertikale ſtatt, welche durch die Temperaturdifferenzen veranlaßt werden, aber ſo langſam von den Polen zu den Tropen in der Tiefe und von den Tropen zurück zu den Polen an der Oberfläche ſtattfinden, daß ſie durch Meſſungen nicht mehr nachweisbar ſind. Von den Polen dringt das kalte, folglich ſchwere Waſſer nach dem Äquator zu ſehr langſam, aber ſtätig vor und erwärmt ſich unterwegs als ſchlechter Wärmeleiter nur wenig. Am Äquator gelangt es, vielleicht wegen des vom andern Pole her ſtattfindenden Gegenſtromes

Digitized by Google

des kalten Bodenwaſſers zum Stillſtand, nimmt nach und nach die Bodenwärme an und ſteigt demzufolge auch nach und nach zur Oberfläche, während es neuen vom Pole herkommenden Waſſermaſſen Platz macht. An der Oberfläche wird es nun noch mehr erwärmt und ſtrömt langſam polwärts wieder ab, um, wieder abgekühlt, zu Boden zu ſinken und den Kreislauf aufs neue zu beginnen. So können wir uns, ſchematiſch, das Meereswaſſer an jeder Seite des Äquators als eine Maſſe darſtellen, welche an ihrer Oberfläche, Unterfläche und an der Berührungsfläche mit der entſprechenden transäquatorialen Waſſermaſſe in fortwährender langſamen Bewegung iſt, die aber je näher ihrem Kern umſomehr in Stillſtand geraten und eine um ſo gleichmäßigere Durchſchnittstemperatur annehmen wird.

Aber die Züge dieſes Schemas werden durch allerlei Störungen beeinträchtigt und verwiſcht. Erſtens finden ſich noch andere, durch verſchiedene Einflüſſe veranlaßte horizontale Strömungen, außerdem anderweitige Verſchiebungen des Oberflächenwaſſers lokaler Art durch Winde, Einmünden von Flüſſen u. ſ. w., und endlich iſt der Boden des Meeres, wie wir ſahen, nicht ſo eben und gleichmäßig, daß die kalten Polwäſſer überall unbehindert und in gleicher Tiefe zum Äquator vordringen könnten.

So bilden z. B. jene beiden unterſeeiſchen Quergebirge im atlantiſchen Ozean Barrieren, welche den Zufluß der kalten antarktiſchen Gewäſſer auf dem Meeresboden nach dem Äquator zu regeln. Weſtlich von dem großen Längsrücken, der überhaupt nicht von den kalten Bodenſtrömungen berührt wird, kann der Zufluß des ganzen vom Südpol kommenden Tiefwaſſers ſtattfinden, es findet ſich hier entlang der Oſtküſte Südamerikas bis zum 10° n. Br. eine „kalte Rinne“, in welcher das Waſſer von einer gewiſſen Tiefe an gradatim an Wärme bis zum Boden abnimmt, hier aber eine Temperatur von unter 0° C. hat. Ähnlich iſt es auf der öſtlichen Seite des atlantiſchen Ozeans, aber nur bis zu dem Quergebirge zwiſchen Challengerrücken und Damaraland. Jenſeits desſelben tritt die auf den erſten Blick ſonderbare erwähnte Erſcheinung auf, daß das Waſſer bis zur Weſtküſte Englands hinauf in einer Tiefe von 2000 Faden an bis zum Boden faſt allenthalben eine

Digitized by Google

Temperatur von + 1,9° C. hat. Und doch iſt dieſe Thatſache nicht ſchwer zu erklären: das öſtliche Quergebirge hält die tiefen Schichten des kalten Grundwaſſers zurück, bis ſie ſich durch die Bodenwärme der Erde genügend erwärmt haben, um in die Höhe ſteigen und mit den wärmeren oberen Schichten zuſammen über die Barriere hinwegfließen zu können. Beide haben dann eine gleiche Temperatur und dringen nun in das nördlich vom Quergebirge gelegene öſtliche Baſſin ein, das daher von einer gewiſſen Tiefe (unter 2000 Faden) an einen gleichmäßig erwärmten Inhalt haben wird. Das nachfolgende Schema (Fig. 20) mag zur Erläuterung

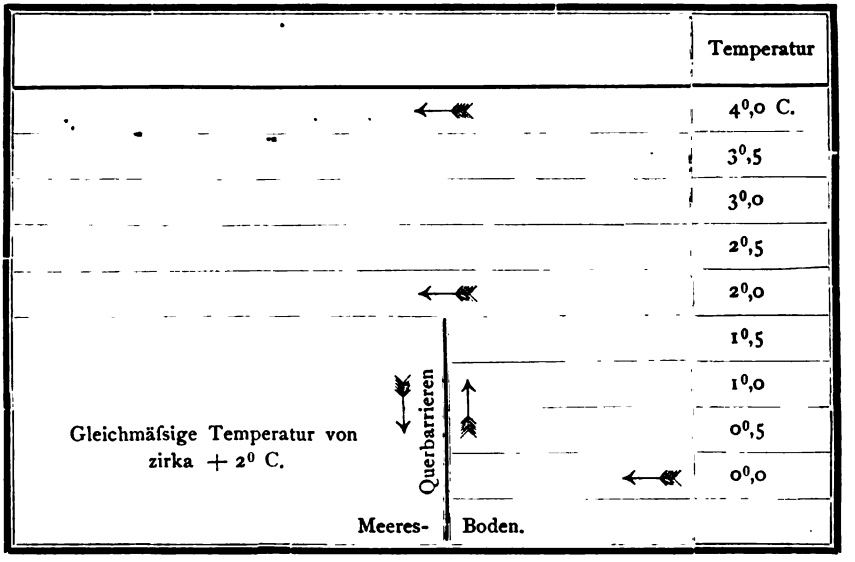


Fig. 20. Schema zum Erklären der Beeinfluſſung kalter Bodenſtrömungen durch ein unterſeeiſches Quergebirge.

eines Vorgangs dienen, der ſich auch ſonſt noch findet. So zieht ſich auf dem Tiefſeeplateau des nordatlantiſchen Ozeans ein Gebirge von Schottland nach Island hinüber, der Wyville Thomſon-Rücken; an dieſem ſtauen ſich die kalten arktiſchen Gewäſſer und ſo trennt er einen nördlichen, in der Tiefe kalten, Meeresteil von einem wärmeren ſüdlichen. Dieſe Verhältniſſe ſind natürlich von großer Wichtigkeit für Beurteilung des Vorkommens gewiſſer Tierformen auf dem Boden des Meeres, denn jene Waſſer-Barrieren ſind zugleich auch Barrieren für die Tiefſeefaunen.

Digitized by Google

Je weiter nun der Zugang ist, durch welchen die kalten Polwasser auf den Grund des Meeres äquatorwärts vordringen, desto stärker wird ihr Zufluß sein und desto mehr und länger werden sie ihre Eigenschaften beibehalten können. So beeinflußt das antarktische Meer, das in weiter offener Kommunikation mit allen großen Ozeanen steht, die Temperaturverhältnisse dieser weit mehr und viel weiter bis zum Äquator, ja über ihn hinaus als das arktische, das nach Süden hin durch viel engere und flachere Kanäle sowohl mit dem atlantischen als mit dem stillen Ozean kommuniziert. Der letztere steht außerdem durch eine viel breitere Basis mit dem südlichen Eismeer in Verbindung als das atlantische Meer, erhält folglich mehr kaltes Grundwasser und hat daher auch eine geringere Bodentemperatur.

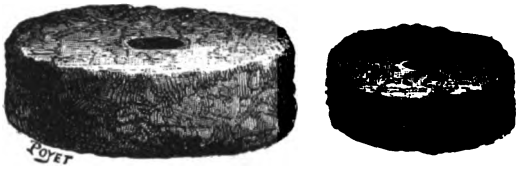
Einzelne tiefe Meere kleineren Umfangs bilden unterseeische, rings abgeschlossene Becken und haben, da die abschließenden seichteren Regionen als Barrieren wirken, eine gleichmäßige Temperatur von einer gewissen Tiefe an; diese Temperatur ist aber um so höher, je weiter die Barrieren heraufragen und je mehr sie den Zufluß kalter Bodenwasser abhalten. Die kleine, aber tiefe, zwischen Borneo und den Philippinen befindliche Sulusee erläutert dies sehr gut. Sie hat eine Maximaltiefe von 2550 Faden, ist aber rings von teilweise als Inseln (Borneo, Palawan, Mindoro, Panay, Mindanao etc. und im Südosten die Inseln des Suluarchipels) zu Tage tretenden unterseeischen Höhenzügen abgeschlossen und ihre Temperatur ist von 300 Faden an bis zum Boden eine gleichmäßige von + 10°. 2. C. Genau so verhält es sich mit dem Mittelmeere, das von 300 Meter an abwärts bis zu seiner größten gekannten Tiefe (über 3000 Meter) eine Temperatur von 13,8 bis 13,5° C. hat und in der Straße von Gibraltar durch eine sehr dicht unter dem Wasserspiegel (stellenweise bloß 82 Meter) gelegene Barriere von dem kalten Grundwasser des atlantischen Ozeans abgeschnitten ist.

Die Kenntnis der Verteilung der Temperaturen auf dem Boden des Meeres hat übrigens ein wissenschaftliches, aber auch ein wirtschaftliches Interesse, da sich namentlich im nordatlantischen Ozean viele wichtige Fische in ihrem Vorkommen nicht nur nach der Tiefe, sondern auch nach den Wärmeverhältnissen des Wassers richten.

Digitized by Google

Man könnte nun die Frage aufwerfen, warum das Meereswaſſer auf dem Boden bei — 3° C. nicht gefriere. Darauf würde zu antworten ſein, daß einmal der Gefrierpunkt des ſalzigen Meereswaſſers überhaupt ein anderer als der des ſüßen Waſſers ſei, indem er nicht bei 0°, ſondern im bewegten Zuſtande bei — 2,55° C., im ruhenden aber bei — 3° 17 C. liege und daß weiter bei dem Waſſer aus großen Tiefen infolge des ungeheueren Druckes noch eine weit bedeutendere „Überkaltung", d. h. Herabſetzung der Temperatur ſtattfinden könne, bevor es in den feſten Aggregatzuſtand übergehe.

Druckverhältniſſe auf dem Boden der Tiefſee. Der Druck, welchen die ungeheuere Waſſerſäule in den tiefſten Tiefen des Meeres ausübt, iſt über alle Begriffe gewaltig. Wyville Thomſon ſagt: ein Menſch würde bei einer Tiefe von 2000 Faden ein Gewicht auf ſich laſten haben gleich dem von 20 Lokomotiven, eine jede mit einem langen mit Eiſenſchienen belaſteten Güterzug, — mit anderen Worten, der Menſch würde, wenn er plötzlich einem ſolchen, aber in nur einer Richtung, nicht allſeitig wirkenden Drucke ausgeſetzt würde, ſo platt wie Poſtpapier gedrückt werden. Moſeley berechnet den Druck auf den Quadratzoll für je 1000 Faden zu ein Ton engliſch (2250 Pfund) oder 166 Atmoſphären, ſodaß ſich der größte Druck im Meere, entſprechend der bedeutendſten Tiefe desſelben, auf ca. 4½ Ton (10125 Pfund) oder 747 Atmoſphären pro Quadratzoll ſtellen würde. Dem entſprechend giebt Perrier ein Gewicht von 10850 Kilogramm für je 1000 Meter Tiefe auf den Quadratdecimeter an. Hölzerne Gegenſtände werden durch dieſen Druck auf die Hälfte ihres Volumens zuſammengepreßt. Auf der Talisman-Expedition bediente man ſich ſtarker, an einer Schnur aufgereiheter Korkſcheiben, um den Eingang in das Dredſchnetz offen zu erhalten. Nachdem ſie nur kurze Zeit in Gebrauch waren, wurden ſie (Fig. 21 a und b) um mehr als die Hälfte



a b

Fig. 21. Korkſcheiben, welche den Eingang zum Schleppnetz aufgeſperrt halten.
a vor dem Gebrauch, b nach dem Gebrauch (auf denſelben Maßſtab reduziert).

Digitized by Google

ihres Volumens reduziert und ihr Gewebe war bedeutend verdichtet, ſo daß ſie die Konſiſtenz von Holz annahmen.

Das Waſſer ſelbſt wird durch dieſen furchtbaren Druck nur wenig in ſeinem Volumen verändert: bei 1524 Meter würde es, entſprechend einem Drucke von 159 Atmoſphären, nur um $^1/_{144}$ an Volumen abnehmen und bei 30480 Meter (Tiefen, wie ſie in Wahrheit niemals im Meere vorkommen) nur um $^1/_7$.

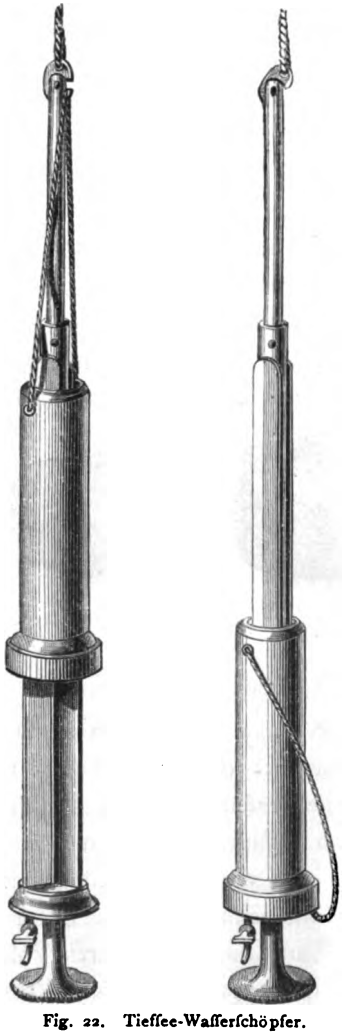


Fig. 22. Tiefſee-Waſſerſchöpfer.

Man hat zwar Inſtrumente erfunden, um den Waſſerdruck in den Meerestiefen direkt zu meſſen, aber Wyville Thomſon bemerkt ſehr richtig, es ſei, wenn man alle in Betracht zu ziehenden Elemente der Berechnung genau kenne, weit bequemer die Frage am Studiertiſche zu Hauſe als auf der Kampagne draußen beantwortend auszuarbeiten.

Chemie des Tiefſeewaſſers. Um ſich Proben von Tiefſeewaſſer unvermiſcht zu beſchaffen, bedient man ſich verſchiedener Inſtrumente. Das eine, ſchwediſchen Urſprungs, diente zuerſt auf der deutſchen Unterſuchungsexpedition in der Nordſee 1872 und wurde auch auf der Reiſe des Challenger in Anwendung gebracht. Seine Konſtruktion erinnert teilweiſe an das Prinzip des Brookeſchen Tiefſeelotes. Ein drei Fuß langer Meſſingſtab (Fig. 22) hat oben einen beweglichen, ſeitlich eingekerbten Aufhänger, mittels deſſen er an der Leine befeſtigt iſt. In ſeinem oberen Drittel iſt dieſer Stab glatt und rollrund, in den beiden

Digitized by Google

unteren hat er vier ziemlich weit vorſpringende Längsleiſten, die aber nicht kontinuierlich durchlaufen, ſondern in der Mitte ſich gegen einander um 45° drehen, ſodaß ſie alternierend zu einander zu ſtehen kommen. An der Stelle, wo ihre Kontinuität unterbrochen iſt, findet ſich ein ſehr accurat gearbeiteter, horizontaler, meſſingener Abſatz oder ein Schied und ein ebenſolcher aber etwas breiterer am unteren Ende der Längsleiſten, unterhalb deſſen ſich der Stab als ein feſter, unten verbreiterter Staucher oder Puffer, um Beſchädigungen beim Aufſtoßen auf den Boden zu vermeiden, fortſetzt. Beide Abſätze ſind durchbohrt, der untere hat einen nach außen ſich öffnenden Hahn, der obere eine von einem Metallzapfen geſchloſſene Art Spundloch. Die Längsleiſten dienen einem Cylindermantel von Meſſing als Läufer oder Gleiter. Dieſer Mantel hat die halbe Länge der Längsleiſten und wird vor dem Herablaſſen des Apparats in das Meer über das mittlere Drittel des ganzen Stabes gezogen und mittels einer Schnur in die ſeitliche Kerbe des beweglichen Aufhängers eingehängt. Sobald nun der Apparat auf dem Boden aufſtößt, läßt die Lotleine nach, der Aufhänger ſenkt ſich vom Gewicht des Mantels gezogen ſeitlich, die Schnur hängt ſich aus und der Mantel gleitet auf die untere Hälfte des Leiſtenteils des Stabes. Sein unterer und oberer Rand ſind aber genau ſo gearbeitet, daß ſie waſſerdicht auf die beiden Abſätze ſchließen und so das zwiſchen den Längsleiſten im Moment des Herabgleitens des Cylindermantels befindliche Tiefſeewaſſer abgefangen wird und beim Heraufholen unvermiſcht bleibt. Will man das Waſſer aus den abgeſchloſſenen, nicht waſſerdicht von einander geſchiedenen Zwiſchenräumen zwiſchen den Leiſten entfernen, ſo löſt man den Zapfen aus dem Spundloch des oberen Abſatzes und öffnet den Hahn des unteren.

Dieſer Apparat funktioniert natürlich nur, nachdem er den Boden erreicht hat, aber es kommt auch darauf an, Waſſer aus höheren Meeresſchichten zur Unterſuchung zu erhalten und zu dieſem Behufe hat Buchanan, der Phyſiko-Chemiker des Challenger, eine ſinnreiche Schöpfflaſche ausgedacht (Fig. 23). Eine 2—3 Fuß lange, $2\frac{1}{2}$ Zoll weite Meſſingröhre iſt oben und unten durch ein Diaphragma geſchloſſen, in welches je ein tubenförmiges Einſatzrohr geſchraubt wird. Dieſe Röhren

Digitized by Google

können durch ſelbſtbewegende Hähne abgeſchloſſen werden, die durch eine bewegliche Längsſtange miteinander verbunden ſind, ſo daß beide ſich zugleich öffnen oder ſchließen. An dieſer Stange iſt oben eine bewegliche Metallplatte angebracht. Beim Herablaſſen (Fig. 23 links) kann das Waſſer frei durch die ganze Röhre paſſieren, denn durch den Gegendruck des Waſſers iſt die Seitenſtange gehoben und die mit ihr verbundenen korreſpondierenden Hähne ſtehen offen. In der gewünſchten Tiefe wird mit dem Apparat Halt gemacht, worauf er wieder nach oben gezogen wird. Jetzt wirkt der Gegendruck des Waſſers in der anderen Richtung gegen die Seitenſtange, ſie wird nach unten gedrängt, demnach ſchließen ſich die Hähne und das im Moment des Heraufholens in der Röhre befindliche Waſſer wird abgeſperrt. Will man den Inhalt der Röhre zur Verfügung haben, ſo ſchiebt man einfach die Stange nach oben, ſo daß die Einſatztuben geöffnet ſind. Im oberen Diaphragma befindet ſich eine Ventilröhre, welche bis in das eingeſchloſſene Waſſer reicht. Ihr Zweck iſt, überſchüſſiges Waſſer, das vielleicht durch die unter geringerem Druck ſtattfindende Ausdehnung der ganzen Maſſe, namentlich auch freier Gaſe, den Apparat gefährden könnte, entweichen zu laſſen, ohne daß von den oberhalb des Waſſers ſich anſammelnden Gaſen etwas verloren geht. Das tubenförmige Ende der oberen Einſatzröhre kann abgeſchraubt und durch einen Gas ſammelnden Apparat erſetzt werden.

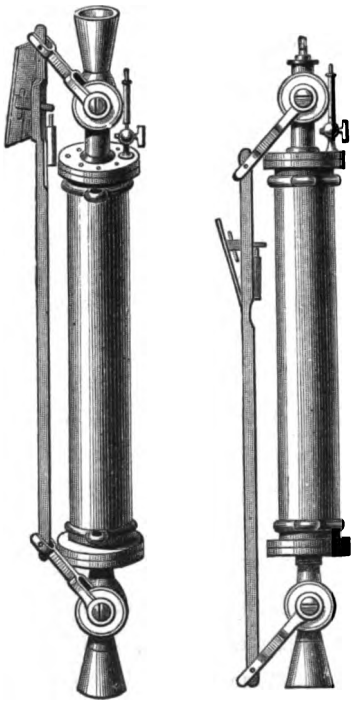


Fig. 23. Buchanans Waſſerſchöpfer.

Die chemiſche Unterſuchung hat dargethan, daß im Seewaſſer überhaupt 32 Elemente vorkommen, die meiſten indeſſen nur in Spuren.

Seine charakteriſtiſchſte Eigenſchaft iſt ſein Salzgehalt, der zu-

Digitized by Google

gleich einer der wichtigſten Faktoren für das Tierleben im Meere iſt. Der Grad des Salzgehaltes ſchwankt an und nahe der Oberfläche des Meeres ſehr bedeutend nach Lokalität, Jahreszeit, herrſchenden Winden u. ſ. w., namentlich in den Tropen. Je tiefer ſich die Waſſerſchichten befinden, deſto mehr vermindern ſich die Verſchiedenheiten an Gehalt des Salzes und zwiſchen 800—1000 Faden ſcheint derſelbe in allen Meeren gleich zu ſein. Dieſe Waſſerſchicht iſt zugleich die ſalzärmſte, — ſowohl oberhalb wie unterhalb derſelben wird der Salzgehalt immer größer. Der höhere Gehalt des Bodenwaſſers an Salz iſt aber eine Folge der langſamen Vertikalſtrömung vom Pol zum Äquator auf dem Boden und zurück auf der Oberfläche.

Neben den feſten Beſtandteilen enthält das Meereswaſſer nun auch Gaſe. Zunächſt eine Miſchung von Stickſtoff und Sauerſtoff, alſo atmoſphäriſche Luft, aber von einer anderen Zuſammenſetzung als die uns umgebende. Während dieſe im Durchſchnitt 23% Sauerſtoff und 77% Stickſtoff enthält, iſt der Gehalt an Sauerſtoff in der dem oberflächlichen Meereswaſſer beigemengten Luft zwiſchen 33 und 35%. Nach der Tiefe zu vermindert ſich zunächſt der Sauerſtoffgehalt bis zu einem gewiſſen Grade, um dann nach dem Boden hin wieder zuzunehmen. Buchanan fand folgendes durchſchnittliche Verhalten:

Tiefe (in Faden)	0	25	50	100	200	300	400	800	von 800 bis zum Boden
Sauerſtoffgehalt der Luft	33.7	33.4	33.2	30.2	33.4	11.4	15.5	22.6	23.5

Aus der bemerkenswerten Thatſache, daß zwiſchen 200 und 400 Faden Tiefe ein ſo plötzlicher und bedeutender Mangel an Sauerſtoff eintritt, glaubte Buchanan auf einen ſtarken Konſum desſelben, alſo auf ein gerade hier beſonders ſtark entwickeltes Tierleben ſchließen zu dürfen, jedenfalls auf ein regeres als auf dem Boden des Meeres, da außerdem bei geringerer Tiefe mehr Gelegenheit zur Erneuerung des Sauerſtoffs durch die größere Nähe einmal der Oberfläche, dann aber der Vegetation, welche nur in äußerſt winzigen Formen unter 100 Faden hinabſteigt, geboten ſei.

Digitized by Google

Das war ein Trugſchluß. Die größere Menge an Sauerſtoff nahe der Oberfläche iſt allerdings auf die von Buchanan angezogenen Urſachen zurückzuführen, aber weder berechtigt der Mangel daran zwiſchen 200 und 400 Faden dazu, auf ein geſteigertes, noch der vermehrte Gehalt von 800 unterwärts auf ein reduziertes Tierleben ſchließen zu dürfen. Wie bei der Verteilung des Salzgehaltes reſp. der Dichtigkeit im Seewaſſer iſt die Urſache auch dieſer Erſcheinung vielmehr in der vertikalen Strömung zu ſuchen. Gerade in jenen, ſo zu ſagen, ſtagnierenden Waſſermaſſen mit weniger Salz, weniger Sauerſtoff, geringer oder gar keiner Bewegung und konſtanter Temperatur iſt das Tierleben im Verhältnis zu ſeiner Entfaltung auf der Oberfläche und in der Tiefe nur ſchwach vertreten.

Daß die im Seewaſſer enthaltene Luft einen bedeutenderen Prozentteil Sauerſtoff enthält als die uns umgebende, hat übrigens ſeinen Grund darin, daß das Seewaſſer für Sauerſtoff ein größeres Abſorptionsvermögen beſitzt als für Stickſtoff.

Auch über die Verteilung freier Kohlenſäure im Meereswaſſer iſt man zu verſchiedenen Zeiten verſchiedener Anſicht geweſen und iſt es von verſchiedenen Seiten noch heute. Man ſchloß und ſchließt teilweiſe noch auf eine Zunahme derſelben mit der Tiefe, einmal aus der nachgewieſenen Abnahme an Sauerſtoff, dann aber auch aus dem Zurücktreten des Kalks in den größten Tiefen, wo der rote Thon meiſt nur ſehr geringe, bisweilen gar keine Spuren von Kalk beſitzt, wo die Tiere mit kalkigen Schalen und Skeletten immer mehr verſchwinden und ſolchen mit entſprechenden kieſeligen Gebilden Platz machen. Die neueren ſorgſamen chemiſchen Analyſen von Tiefſeewaſſer haben indeſſen keine Vermehrung freier Kohlenſäure in der Nähe des Bodens der Ozeane nachzuweiſen vermocht. Jedenfalls iſt nicht ſoviel vorhanden, daß ſie dem Tierleben ſchädlich ſein könnte. Hin und wieder mögen ſich in der Tiefe Waſſermaſſen mit vermehrter freier Kohlenſäure finden, dieſe iſt dann aber auf die Gegenwart vulkaniſcher Quellen zurückzuführen. Was die Auflöſung der kalkigen Organismenreſte in der Tiefe betrifft, ſo iſt Dittmar der Meinung, daß ſie noch lange nicht die Gegenwart einer freien Säure beweiſen, ſondern nur die löſende Fähigkeit des See-

Digitized by Google

waſſers an und für ſich, das ſelbſt wenn es alkaliſch iſt, bei genügend langer Zeit kohlenſaueren Kalk aufzulöſen und aufzunehmen vermag.

Das Licht und die Tiefſee. Einer der wichtigſten und thätigſten Arbeiter im großen Laboratorium der Natur iſt das Sonnenlicht. Unter ſeinem Einfluße wird anorganiſche Materie in organiſche umgeſetzt und ſo beruht in letzter Linie alles Leben auf Erden auf ſeiner Gegenwart.

Die Tiefe, bis zu welcher das Sonnenlicht oder gewiſſe Strahlen desſelben in das Meer einzudringen vermögen, werden je nach den Umſtänden ſehr verſchieden ſein: ein heller oder ein trüber Tag, eine ruhige oder eine bewegte Oberfläche, ein mehr oder weniger von Fremdkörpern freies Waſſer werden, je nachdem dieſe Faktoren zuſammenwirken, den Grad des Eindringens fördern oder behindern.

Die älteſten in dieſer Hinſicht angeſtellten Unterſuchungen (aus den vierziger Jahren unſeres Jahrhunderts herrührend) und alle weiteren bis 1880 (während der Expedition des k. k. öſterreichiſchen Schiffes „Hertha“ unter Wolf und Lukſch im adriatiſchen und joniſchen Meere ausgeführt) ſind ſehr roh und geben ſicher keine richtige Vorſtellung von der wahren Tiefe, bis zu welcher das Sonnenlicht gelangen kann. Sie beruhen auf Experimenten, bei denen meiſt weiße Gegenſtände (Marmortafeln z. B.) an Leinen in das Meer geſenkt wurden, ſolange bis ſie dem von oben beobachtenden Auge entſchwanden. Wenn man nun auch teilweiſe (Wolf und Lukſch) verſuchte, die erzielten Reſultate durch Berechnung der Intenſitätsverluſte, welche die Sonnenſtrahlen bei ihrem Durchgang durch verſchiedene Medien von verſchiedener Dicke und Dichtigkeit auf dem Hinwege zum verſenkten Gegenſtande und das reflektierte Licht durch Abſorption auf dem Rückwege durch dieſelben Medien bis zum Sehorgan des Beobachters erlitten hatten, richtiger zu ſtellen, ſo entſprechen doch die gewonnenen Befunde ſicher nicht entfernt den Tiefen, bis in welche auch noch das ganze weiße Sonnenlicht gelangen kann. Wolf und Lukſch verſenkten viererlei Scheiben: weiße, blankmeſſingene, blankkupferne und grünangeſtrichene und ſtellten durch Beobachtung und Berechnung feſt, daß ſie in entſprechender

Digitized by Google

Reihenfolge bei nachſtehenden Tiefen verſchwanden: 48,11 Meter, 37,01 Meter, 34,40 Meter und 30,01 Meter.

Weit exaktere Unterſuchungen nahmen Fol, früher ſchon mit ähnlichen Beobachtungen im Genfer See beſchäftigt geweſen, und Sarasin im Hafen von Villafranca vor, indem ſie nach einer älteren, nicht zur Ausführung gelangten Idee von Siemens, das photographiſche Verfahren anwendeten.

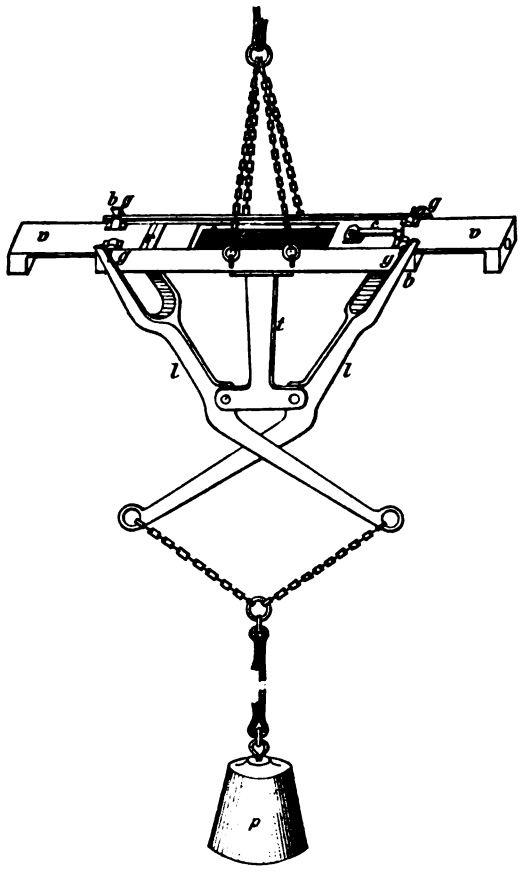


Fig. 24. Photographiſcher Apparat zum Meſſen der Lichtintenſität in gröſseren Waſſertiefen nach Fol und Sarasin. (Mém. de la Soc. de Phys. et d'hist. natur. de Genève, Tome XXIX, No. 13, Fig. 1.)

In die Dunkelkammer wurden mit der ſehr empfindlichen Monkhovenſchen Bromgelatine behandelte Platten in Käſtchen lichtſicher eingeſchloſſen, die ſo eingerichtet waren, daß ſie ſich bei gewiſſen Tiefen öffneten, im Moment des Heraufholens aber von ſelbſt wieder ſchloſſen. Ein ſolches Käſtchen (Fig. 24bb) beſteht aus Meſſing, iſt von rechteckiger Geſtalt, 40 Centimeter lang und halb ſo breit und enthält die mit Klammern befeſtigte empfindliche Platte (p). Oben iſt dieſes Käſtchen durch zwei übereinander weggleitende und in Falzen laufende Meſſingſchiebdeckel (vv) ſicher verſchloſſen, die durch die Kraft einer am Boden des Käſtchens befindlichen ſtarken Feder wieder auseinandergeſchoben werden, wie das

Digitized by Google

in der Figur dargeſtellt iſt. Vom Boden des Käſtchens nach unten geht ein ⊥förmiger Stiel (t) ab, welcher die Scharniere für zwei nach innen eingeknickte und zangenartig übereinander greifende Ableiteſtangen (ll) trägt. Jede dieſer Stangen endigt oben in einer Gabel, von deren beiden Zinken je eine an jede Seite des Käſtchens herantritt und ſich an Stifte (g g) anlegt, welche jederſeits die Schieber tragen. Unter dem Einfluſſe der innerlichen Feder geben ſich die beiden Schieber auseinander und mit ihnen die beiden Ableiteſtangen. Zwiſchen dieſen iſt unten mittels einer Kette ein Gewicht (P) angebracht, das wie die drückende Kraft auf eine Schere wirkt und durch ſeinen Zug die Zange geſchloſſen hält. Dadurch werden die gabeligen Enden der Ableiteſtangen einander genähert und mit ihnen die beiden Schieber übereinander und über die ſenſitive Platte geſchoben, ſodaß nicht die Spur von Licht zum Innern des Käſtchens und zu ſeinem Inhalt Zutritt hat. Ein an dem oberen Schieber befeſtigtes Häkchen (c) ſchlägt, wenn derſelbe eingeſchoben iſt, nach innen um und faßt in einen Falz (r) des unteren Schiebers, ſodaß ſich das Käſtchen während des Hinablaſſens nicht von ſelbſt öffnen kann. Das Öffnen geht erſt vor ſich, wenn das Gewicht den Boden erreicht hat, denn dann hört ſeine Zugkraft auf und die ſchwächere auseinanderſchiebende Kraft der Feder im Käſtchen tritt ausſchließlich in Aktion. Die Dauer der Ausſetzung der Platte war 10 Minuten. An einem ſonnigen Märztag wurde der Apparat in das Meer geſenkt und es zeigte ſich, daß die Platten in größeren Tiefen wie 400 Meter nicht mehr reagierten. Durch ſechs Experimente zu verſchiedenen Vormittags- und Mittagsſtunden und bei verſchiedenen Tiefen wurde dies feſtgeſtellt. Zwiſchen 1.20 und 1.30 N. M. fand ſich bei 405 Meter keine Spur von Reaktion mehr und auch bei einer Tiefe von 390 Meter war der um 11 V. M. auf die Platte hervorgebrachte Eindruck ſchwächer, als er geweſen ſein würde, wenn man die Platte der Luft in einer hellen, aber mondſcheinloſen Nacht ausgeſetzt gehabt hätte. Helle Bewölkung ſchien den Grad des Eindringens des Lichtes nicht zu beeinfluſſen.

Intereſſant iſt eine Thatſache, welche ſich noch aus den Fol-Sarasinſchen Verſuchen ergab, daß nämlich im Mittelmeer bei 380 Meter eine

Digitized by Google

ſtärkere Beleuchtung vorhanden iſt als im Genfer See bei 192 Meter. Im Mittelmeere ſcheint das eigene Abſorptionsvermögen des Waſſers ſelbſt die hauptſächliche, wenn nicht ausſchließliche Urſache des Verſchwindens des Lichtes in der Tiefe zu ſein, im Genfer See dürften aber allerlei Verunreinigungen ein gewichtiges Wort mitſprechen.

Fol und Sarasin haben ſelbſt die Schwäche, welche dieſem geiſtreich ausgedachten Apparate anhaftet, gar wohl erkannt, nämlich, daß er nur auf dem Boden in Aktion tritt, aber nicht an irgend einer beliebigen Stelle im Waſſer oberhalb desſelben, was natürlich mit vielen Unbequemlichkeiten für den Experimentator verbunden iſt. Sie haben daher noch einen andern, etwas komplizierteren Apparat konſtruiert, bei welchem die Deckel mittels eines Uhrwerks geöffnet werden, während des Ganges desſelben auch geöffnet bleiben, nach Ablauf ſich aber wieder ſchließen. Aufgezogen oder richtiger in Thätigkeit geſetzt wird das Werk im Waſſer bei beliebiger Tiefe durch den Druck eines kleinen Gewichtes, das man an der Leine nachlaufen läßt.

Viel einfacher iſt ein von von Peterſen ausgedachter und von Chun beſchriebener und abgebildeter Apparat, der auf dem Prinzip der Propeller-Schraube beruht. Mein Freund Chun ſchreibt über dieſes Tiefſee-Photometer folgendes: „Die Bromſilberplatte, welche, wie vorherige Verſuche lehrten, von dem Seewaſſer nicht angegriffen wird, liegt in einer aus Blei hergeſtellten Doſe (Fig. 25 A). Der ebenfalls aus Blei beſtehende Deckel der Doſe kann an einem Scharnier auf- und zugeklappt werden und greift in einen doppelten Falz derart ein, daß ſeitlich kein Lichtſtrahl einzudringen vermag. Dieſe Doſe hängt excentriſch, freibeweglich in einem Rahmen und würde demgemäß ohne weitere Vorrichtung die auf Fig. 25 B erſichtliche Stellung einnehmen. Um nun in beliebiger Tiefe ein Öffnen des Deckels, alſo eine Expoſition herbeizuführen und nach beliebiger Zeit wieder die Doſe zu ſchließen, iſt nach dem Prinzip des Negretti und Zambraſchen Umkippthermometers (vergl. pg. 60 und Fig. 18 dieſes Buches) ein Propeller (p) verwertet. Derſelbe beſitzt vier Flügel und beginnt erſt zu wirken, wenn der Apparat in die Höhe gezogen wird. Ein feines, an dem Propeller befeſtigtes Schraubengewinde greift durch eine Schraubenmutter in den durchbohrten Rand

Digitized by Google

der Doſe und ſteckt etwa einen halben Centimeter tief in dem ſeitlichen Falz des Deckels. Der Apparat wird nun in eine beliebige, durch das Zählwerk der Lotleine kontrolierbare Tiefe herabgelaſſen. Wird er, dort angelangt, in die Höhe gezogen, ſo hebt ſich das Schraubengewinde

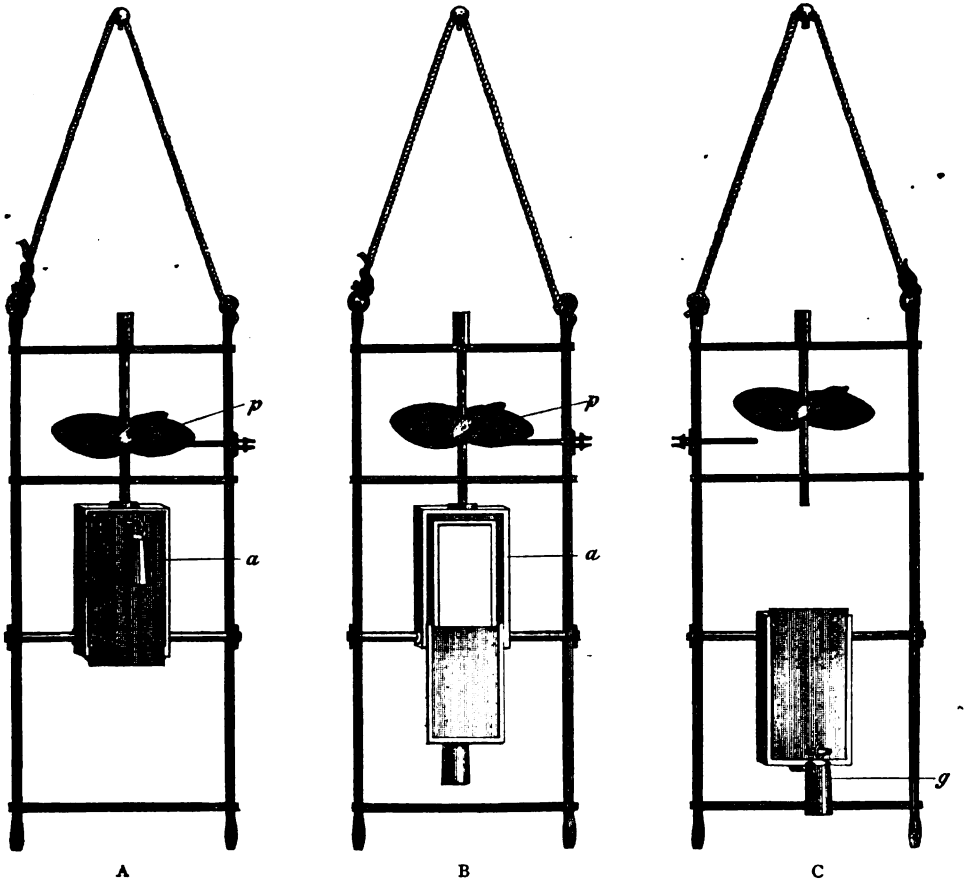


Fig. 25. von Peterſens photographiſcher Apparat zur Meſſung der Lichtintenſität in gröſseren Tiefen (nach Carl Chun „Die pelagiſche Thierwelt etc." in Bibliotheca zoolog. Heft I, Fig. 4—6). A beim Herablaſſen, B bei der Arbeit, C beim Heraufholen.

durch die Drehung der Flügel des Propeller und tritt aus dem entſprechenden Falz des Deckels. Letzterer klappt auf und die Platte wird exponiert (Fig. B). Ein dem Deckel ſeitlich anhängendes Bleigewicht (g)

Digitized by Google

erleichtert das Aufklappen, welches bei einer Hebung des Apparates um 2,5 Meter erfolgt. Hat man die erforderliche Zeit hindurch exponiert, ſo tritt bei einer weiteren Hebung das Gewinde auch aus der entſprechenden Öffnung der Doſe und letztere, weil excentriſch aufgehängt, klappt zu (Fig. 25C)."

Nach weiteren vorläufigen Mitteilungen unſeres Gewährsmannes fand von Peterſen, daß die Platten noch bei 500—550 Meter nach halbſtündiger Expoſition deutlich reagierten.

Pouchet hat gegen aus früheren Beobachtungen gezogene Folgerungen einige, nicht unwichtige Bedenken vorgebracht. Nach ihm beweiſen jene nur, daß weißes Sonnenlicht nicht tiefer in das Meer eindringt als bis zu 400 Meter, aber deshalb könnten die grünen und blauen Strahlen noch recht gut viel weiter gelangen und das ſei ſogar ſehr wahrſcheinlich. Moſeley hat freilich einmal, aber ohne weitere Begründung, hervorgehoben, daß man doch kaum annehmen könne, daß irgendwelche Einzelſtrahlen des Spektrums tiefer in das Seewaſſer eindrängen als ſolche, für die gewöhnliches photographiſches Papier empfindlich ſei.

Vor Pouchet hatte übrigens ſchon (1884) Verrill ähnliche Ideen wie dieſer ausgeſprochen und zu begründen verſucht. Er meint, Licht müſſe auch in den tiefſten Tiefen herrſchen, ſonſt hätten die oft ſo hoch entwickelten Augen der Tiefſeetiere keinen Sinn, und er behauptet nicht bloß die Exiſtenz von Licht, ſondern unternimmt es auch auf ſehr intereſſante Art die Qualität dieſes Lichtes zu beſtimmen und zwar folgendermaßen:

Es iſt bekannt, daß ſehr viele Tiefſeetiere oft äußerſt lebhaft gefärbt ſind, aber faſt immer orange bis purpurrot oder braunrot, — hellgelb ſowie alle Nüancen von Grün und Blau werden nur außerordentlich ſelten, z. T. ſelbſt niemals bei ihnen angetroffen. Dies ſpricht dafür, daß die ungeheuere Waſſermenge des Meeres bis zum tiefſten Boden hinab die grünen Strahlen des Sonnenlichtes durchläßt, während alle orangenen und roten reſorbiert werden. Dieſe durchgelaſſenen grünen Strahlen können aber von komplementär gefärbten Tieren nicht reflektiert werden, weshalb dieſe an ihrem Aufenthaltsorte faſt unſichtbar oder doch ebenſo geſchützt wie dunkelbraune oder ſchwarze ſein werden. Es ſcheint

Digitized by Google

Verrill wahrſcheinlich, daß mehr oder weniger Sonnenlicht wirklich bis in die größten Tiefen des Ozeans eindringen könne in Geſtalt eines ſanften meergrünen Lichtes, bis zu zwei oder drei Tauſend Faden vielleicht mit einer Leuchtkraft, wie ſie der nicht volle Mond in unſeren Nächten entwickelt, und in die größten Tiefen nicht ſtärker als der oberirdiſche Sternenſchimmer. Eins dürfe man nicht vergeſſen, daß nämlich das weit vom Lande entfernte Waſſer der Tiefſee viel durchſichtiger als das nahe an der Küſte ſei.

Von einer durch Phosphoreszenz erzeugten Beleuchtung des Tiefſeebodens will Verrill nichts wiſſen. Die wäre doch nach ſeiner Meinung zu dürftig, um den dort hauſenden Tierformen Augen von oft ſo hoher Entwicklung und brillante, wenn auch negativ wirkende Farben anzuzüchten.

Die in dieſer Deduktion enthaltenen Einwürfe gegen die Annahme der abyſſiſchen Finſternis ſind nicht ſo ohne weiteres von der Hand zu weiſen.

Der Behauptung Verrills, daß in der Tiefſee Licht ſein müſſe, wird man unbedingt beiſtimmen; auch gegen ſeine Annahme, daß dieſes Licht wahrſcheinlich grünlich ſei, läßt ſich nicht viel einwenden, ja die Thatſache, daß ſehende Krebſe, Ringelwürmer u. ſ. w. der Tiefe rotes Augenpigment haben, gewinnt durch dieſe Annahme nur neue Bedeutung. Aber iſt es nötig, die Quelle dieſes Lichtes unmittelbar in der Sonne zu ſuchen? Giebt es wirklich einen Beweis dafür, daß die Phosphoreszenz auf dem Meeresboden eine ſo dürftige iſt, wie Verrill ſie darſtellt? John Murray giebt auch zu, daß manche Strahlen des Sonnenlichtes vielleicht in größere Tiefen eindringen, als man gewöhnlich annimmt, aber er möchte trotzdem behaupten, daß keine bis in die größten Tiefen eindringen. Freilich, die Wiſſenſchaft hat noch kein Mittel gefunden, empiriſch feſtzuſtellen, ob und wie weit etwa einzelne Strahlen in das Meereswaſſer gelangen.

Bei der Beurteilung der auf dem Boden der See möglicherweiſe vorhandenen Phosphoreszenz darf man nicht allein an größere leuchtende Tiere denken, obgleich auch dieſe ſicher wohl ein ſehr intenſives Licht entwickeln werden. Wyville Thomſon erzählt, daß auf der Fahrt

Digitized by Google

von den kapverdiſchen Inſeln nach Südamerika der Glanz des ſüdlichen Sternhimmels in einer klaren, aber allerdings mondſcheinloſen Nacht von dem Leuchten des Meeres ganz verdunkelt wurde. Leicht konnte man auf dem Verdeck die kleinſte Schrift leſen. Während der erſten beiden Nächte ſchien die Lichtquelle hauptſächlich auf zahlreichen Pyroſomen, anſehnlichen ſchwimmenden Kolonien von Seeſcheiden oder Aſcidien, zu beruhen, die im Waſſer weiß aufglühten wie geſchmolzenes Eiſen. Wenn die von den Pyroſomen ausgehende Helligkeit in dieſem Falle trotz des tropiſchen Glanzes der Geſtirne ſo bedeutend war, ſo können wir gut und gern annehmen, daß bei 2000 Faden z. B. das, dem Bau und der Entfaltung der Leuchtorgane nach zu ſchließen, bei Fiſchen noch ganz anders entwickelte Licht die Dunkelheit auch noch ganz anders durchſtrahlen wird. Es iſt aber auch kein Grund vorhanden, die abyſſiſche Gegenwart winziger Lebeweſen in Zweifel zu ziehen und es iſt gar nicht unwahrſcheinlich, daß, zum Teil wenigſtens, dieſelben Formen, welche der Oberfläche des Meeres den herrlichen Schimmer verleihen, durch die vertikale Strömung mit in die Tiefe geführt werden. Die herabgeſetzte Temperatur dürfte lange nicht für alle jene unendlichen kleinen Organismen von abſolut zerſtörender Wirkung ſein, denn, wenn auch unter den Tropen das Meeresleuchten weit mächtiger auftritt, fehlt es doch auch in den gemäßigten, ſelbſt in den kalten Regionen nicht, und Sauerſtoff, ohne deſſen Gegenwart die doch auch auf einem Verbrennungsprozeß beruhende Phosphoreszenz überhaupt nicht recht gedacht werden kann, iſt, wie wir ſahen, in jenen Regionen reichlich genug vorhanden. Anders mag es in der ſtagnierenden Waſſermaſſe zwiſchen Oberflächen- und Bodenwaſſer ſich verhalten.

Andererſeits wäre doch vielleicht ein Einwand gegen die unbewieſene, aber immerhin mögliche Gegenwart grüner Strahlen des Sonnenlichtes in bedeutenden Tiefen zu machen, während dieſelbe umgekehrt für geringere ſehr wahrſcheinlich wird.

Die vertikale Verteilung der Pflanzen im Meere, namentlich ihrer Färbung nach, iſt nämlich eine ſehr eigentümliche. Die grünen und (durch Phaeophyll) braunen Algenformen, die Siphoneen und Fucaceen wachſen nahe der Oberfläche, oder, wenn ſie ja tiefer wurzeln, treibt doch die größere

Digitized by Google

Maſſe ihres Körpers in ſolchen Waſſerſchichten, welche dem Einfluſſe des gewöhnlichen Sonnenlichtes noch völlig zugänglich ſind. Das Chlorophyll und Phaeophyll, Modifikationen des Chromophylls, durch deren Gegenwart die für den Stoffwechſel der Pflanze nötige Sauerſtoffausſcheidung vor ſich geht, werden, wie Engelmann nachgewieſen hat, am lebhafteſten in entſprechender Weiſe von den roten, dann von den blauen Strahlen des Sonnenlichtes angeregt, während unter dem Einfluſſe der grünen ein Minimum der Ausſcheidung ſtattfindet. Nun ſehen wir, wie mit zunehmender Tiefe oder mit zunehmendem Schatten des Standortes (in Grotten, an der Nordſeite von überhängenden Felſen etc.) die grünen und braunen Algen verſchwinden und violette und rote (Florideen) ihre Stelle vollkommen einnehmen, Pflanzen alſo mit den komplementären Farben zu Grün und Gelb. Dieſe Farben der Rhodophyll genannten Modifikationen des Chromophylls leiſten unter dieſen Umſtänden doch dasſelbe wie das wahre Chlorophyll (z. B. auch bei der einzelligen roten Alge Haematococcus) und heben die negative Wirkung der rein grünen und gelben Lichtſtrahlen auf. Dieſe aber dringen wirklich allein in bedeutendere Tiefen, da, wie wir auch ſonſt wiſſen, das grün oder blau gefärbte Seewaſſer alle andern Farbenſtrahlen abſorbiert. So fand Aitken, als er gefärbte Gegenſtände in Seewaſſer untertauchte, daß weiße blau, gelbe grün und purpurrote violett erſchienen — Beweis genug, daß alle roten Strahlen abſorbiert waren, womit freilich gewiſſe Beobachtungen Secchis, denen zufolge grüne Strahlen von Blau und Indigo abſorbiert werden ſollen, ſo wenig ſtimmen, wie die Anſicht von A. Agaſſiz, daß bei 50 Faden im Meere ein rötlich-gelbliches Dämmerlicht herrſchen ſoll.

Im übrigen harmoniert die Sache prächtig mit den Anſichten von Verrill-Pouchet, allein ſie hat ihr „Aber“. Nämlich unterhalb 100 Faden verſchwinden die farbigen Pflanzen, nur wenige Nulliporen finden ſich noch und in großen Tiefen über 1000 Faden kommt nur noch, ſo weit wir wiſſen, eine einzige, ein paraſitiſcher, in Korallen bohrender, ſehr niedrig ſtehender Fadenpilz, Achlya penetrans, vor, der freilich zum Aſſimilieren kein Licht braucht.

Angeſichts dieſer Thatſachen neige ich mich doch zu der Anſicht,

Digitized by Google

daß auch grüne Strahlen von einiger Leuchtkraft nicht tiefer als allerhöchſtens 500 Faden eindringen werden, daß dann im ganzen Finſternis herrſcht, bis wieder auf dem Boden und in ſeiner Nähe das organiſche Licht der Phosphoreszenz beginnt. Wahrſcheinlich wird dieſes auch mehr grünlich ſein entſprechend (aus den von Verrill angeführten Gründen) der komplementären Farbe ſo überaus zahlreicher, dort hauſender niederer Tiere. Geſchloſſen ſind freilich die Akten über die Lichtverhältniſſe der Tiefſee noch lange nicht und die genaue Erforſchung der hier herrſchenden Erſcheinungen gerade in dieſer Richtung iſt zwar ſehr wünſchenswert, aber auch mit großen Schwierigkeiten verbunden. Eins dürfen wir namentlich nicht überſehen, daß wir nämlich doch immer nur nach der Leiſtungsfähigkeit unſerer Augen das Sehvermögen anderer Geſchöpfe zu beurteilen vermögen. Lichtſtrahlen, die wir längſt nicht mehr als farbig empfinden, können trotzdem noch gar wohl von Tieren empfunden werden, wie Sir John Lubbock dies für die Ameiſen gegenüber den ultravioletten Strahlen ſo gut wie bewieſen hat.

Digitized by Google

Zweiter Teil.

Das Tierleben der Tiefsee.

(Bathyzoologie.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Erſtes Kapitel.

Der Fang der Tiefſeetiere und die dabei gebräuchlichen Apparate.

Die Bathyzoologie, die Tierkunde der Tiefſee, iſt noch keine alte Wiſſenſchaft.

Gelegentlich hatte man wohl ſchon, ſeitdem das Intereſſe für die Naturwiſſenſchaften und der Sammeleifer rege geworden waren, einen toten fremdartigen Fiſch auf der Oberfläche des Meeres treibend oder an der Küſte angeſpült gefunden und ihn als große Seltenheit und einen wiſſenſchaftlichen Schatz erſten Ranges in einem Muſeum untergebracht, hin und wieder war einmal eines jener ſeltſamen Echinodermen, ein Pentacrinus oder Holopus, zum Erſtaunen der gelehrten Welt durch Zufall an das Tageslicht befördert worden — es waren bei den Lotungen allerlei niedere Tiere ab und zu den Beobachtern zu Geſicht gekommen — durch den Eifer und das Geſchick von dem Tiefſeefiſchfang obliegenden Völkern, wie von Japanern und Cebu-Inſulanern, war man mit herrlichen Kieſelſchwämmen, mit den ſtattlichen Hyalonemen und eleganten Euplektellen bekannt geworden, aber eine methodiſche Unterſuchung der eigentlichen Tiefſee auf ihre Tierwelt hin ging zuerſt von den Skandinaviern aus.

Die Methoden, die Bewohner der abyſſiſchen Gründe des Ozeans zu fangen und zu ſammeln, haben, wie jedes Ding in der Welt ihren Werdeprozeß, ihre Geſchichte und auch hier ſehen wir wieder, wie ſo oft, daß die dabei in Anwendung gebrachten Apparate und Inſtrumente nichts ſind als Modifikationen ſolcher, wie ſie der geſunde, durch Erfahrung gewitzigte Menſchenverſtand, in dieſem Falle der von ungebildeten Fiſchern ſchon ſeit Jahrhunderten, vielleicht ſeit Jahrtauſenden

Digitized by Google

erfunden hatte. Daß tief drunten im Meere Fiſche ſein müßten, konnte dem offenen Auge beobachtender Naturmenſchen nicht lange verborgen bleiben und der Hunger iſt nicht bloß, wie das Sprichwort ſagt, der beſte Koch, er iſt auch für den Jäger und Fiſcher und im Grunde genommen für die meiſten Menſchen der beſte Lehrmeiſter!

In dem volkreichen Japan ſteckt man, wie an den Küſten Italiens, ſo ziemlich alles in den Mund, was das Meer an Tieren liefert und die Quallen ſichern nur ihre Neſſelorgane vor dem Verſpeiſtwerden. Bei den Japanern ſcheinen denn auch Grund- oder Schleppnetze ſeit uralter Zeit in Gebrauch zu ſein. Moſeley hat (Nature 8. April 1880) die Kopie eines japaniſchen Holzſchnittes gegeben, auf dem ein Fiſcher in ſeinem Boote ſitzt, während ſeine am Hinterteil des Fahrzeuges nachſchleppende Dredſche Muſcheln fängt. Damit man auch wiſſe, worum es ſich handelt, hat es der Künſtler naiverweiſe für nötig gefunden, die Dredſche auf dem Waſſer ſchwimmend darzuſtellen, denn wenn ſie an ihrem richtigen Ort wäre, ſähe man ja nichts von ihr. Die Dredſche wird in einer Randerklärung als aus Korbgeflecht beſtehend beſchrieben. Auch die Fiſcher der Nordſee bedienen ſich ſeit langer Zeit, wir wiſſen nicht wie lange, verſchiedener Grundnetze. Das eine, von den Engländern „beam-trawl“ genannt, iſt ſehr groß und dient zum Fang von Grundfiſchen. Im Dienſte der Wiſſenſchaft wurde es in etwas modifizierter Form und in ausgedehnterem Maße zuerſt in Nordamerika von der U. S. fish-commission benutzt und es iſt der Vater aller der großen Tiefſeenetze, welche die Engländer the trawl-net und die Franzoſen le chalut nennen.

Der Vater eines kleineren Tiefſeenetzes iſt das alte Auſtern-Scharrnetz, the dredge, la drague, wohl ein uraltes Inſtrument. Es beſteht aus einem eiſernen Handrahmen, deſſen untere oder Bodenkante geſchärft iſt und der ſich nach vorn in zwei, in einem ſpitzen Winkel (an dem das Tau befeſtigt wird) zuſammenſtoßende Arme verlängert. Der Sack beſteht unten aus einem von eiſernen Ringen gebildeten Kettenwerk, oben aus grobem Netzgarn (Fig. 26). Es iſt klar, daß dieſes etwas primitive und derbe Inſtrument in dieſer Geſtalt nicht ſehr zart mit den zu fangenden Objekten umgeht, außerdem gehört zu ſeiner Handhabung ein großes Geſchick, wie es wohl von dem von Jugend an daran ge-

Digitized by Google

wöhnten Auſternfiſcher übungsweiſe erlangt wird, dem Naturforſcher aber doch nur ſehr ſelten zu Gebote ſteht.

Eines ähnlichen Netzes bedienen ſich nach der Mitteilung von Eckhels die Schwammfiſcher an der Weſtküſte von Kleinaſien. Der Rahmen desſelben iſt ein längliches Rechteck von 6 Meter Länge und 1 Meter Höhe, ſeine untere Seite beſteht aus einer Eiſenſtange von zirka 3 Centimeter Durchmeſſer, die obere und die beiden kürzeren Querſeiten aus hölzernen Stangen. An dieſes Geſtell iſt ein ſackförmiges, aus fingerdicken Kamelhaarſtricken beſtehendes Netz mit 10 Centimeter im Quadrat großen Maſchen angebracht. An die Ecken des Rahmens ſind Taue befeſtigt, die, je zwei und zwei, rechts und links auf einer Länge von einem Meter an einander geknüpft ſind und an dieſe beiden Knotenpunkte iſt wieder je ein Tau angebunden, das in einer Entfernung von 3 Meter mit ſeinem Pendant und der Zugleine vereinigt wird. In der Regel wird das Netz durch die Bewegung eines mit vollen Segeln fahrenden Bootes auf dem Boden nachgeſchleppt, wobei es merkwürdigerweiſe an das Bugſpriet mittels der Zugleine angebunden wird und dieſe wird von einer vom Stern herabhängenden Tauſchlinge, der Leitung halber, gehalten. Die Fiſcher benutzen es bei Tiefen von 150 bis 200 Meter.

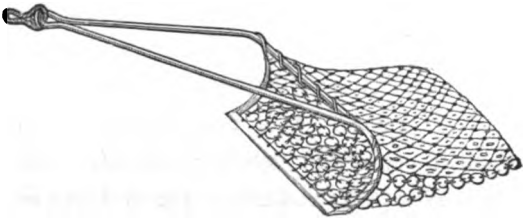


Fig. 26. Auſterndredſche.

Der erſte Mann, welcher eine echte Dredſche zu wiſſenſchaftlichen Zwecken anwendete, war der ausgezeichnete Naturforſcher und däniſche Konferenzrat Otho Friedrich Müller (1730—1784), der von ihr auf dem Titelblatt ſeiner „Zoologia danica“, eine in den Arabeſken einer niedlichen Vignette nach damaligem Geſchmack verſteckte, winzige Abbildung und im Text folgende Beſchreibung giebt, die hier, ihrer Ehrwürdigkeit halber, wörtlich verdeutſcht folgen mag: „Das Hauptinſtrument, mittels deſſen ich die Bewohner des tiefen Meeres und ſeiner Buchten an die Oberwelt zu fördern bemüht war, war ein Netzſack aus Hanfſchnüren geſtrickt und am Rande des Eingangs mit vier zugeſchärften

Digitized by Google

Eiſenſchienen verſehen, welche 1 Elle lang, 4 Zoll breit und im Quadrat angeordnet waren. Von ihren Zuſammenſtoßungswinkeln erhoben ſich vier Eiſenſtangen, die am anderen Ende durch einen beweglichen Ring vereinigt waren. An ihn wurde ein Tau von 200 und mehr Klafter (orgyae) Länge befeſtigt. Der in das Meer geworfene Sack fiel infolge des Gewichts ſeiner Eiſenteile raſch zu Boden u. ſ. w.“

Eine weſentliche Verbeſſerung erfuhr die alte Müllerſche Dredſche 1838 durch Robert Ball, indem von ihm der quadratiſche Rahmen mit einem ſolchen, der 12—15 Zoll lang, aber nur 4 hoch war, vertauſcht wurde, und an Stelle der vier Eiſenſtangen deren nur zwei, an der Befeſtigungsſtelle der Leine bügelartig zuſammenſtoßende und am Ende nach den Ecken des Rahmens zu gabelig ſich teilende verwendet wurden. Dieſe Dredſche hat keine verſchiedene obere und untere Seite und an den breiten Seiten des Rahmens findet ſich je ein zum Eingangslumen des Netzes in einen Winkel von 110° geſtelltes $1\frac{1}{2}$—2 Zoll breites Schabeiſen. Wyville Thomſon ſah, wie Dr. Ball mit dieſem Inſtrument, indem er es in gewöhnlicher Dredſchſtellung hinter ſich her zog, auf den Fußboden des Zimmers geſtreute Kupfermünzen auflas. Dieſelbe Art von Dredſche wurde in dem nämlichen Jahre (1838) auch von den Amerikanern auf der Wilkſchen U. S. Exploring Expedition benutzt und ſie iſt das Vorbild für alle kleineren Schleppnetze geblieben. Mit ihr arbeiteten auch William Stimpſon zwiſchen 1848 und 1851 im Hafen von Boſton, A. E. Verrill 1864 an der Küſte von Maine und Graf Pourtalès 1867 an der Nordküſte des Golfs von Mexiko. Auch die Dredſchen, deren man ſich auf den Expeditionen des Lightning und Porcupine bediente, waren nach demſelben Modelle gearbeitet, aber größer. An den Rahmen, der immer aus dem beſten Schmiedeeiſen gearbeitet ſein ſollte, wird mittels eiſerner, in Zwiſchenräumen von zirka 1 Zoll befeſtigter Ringe ein aus ſehr feſtem Bindfaden (Handarbeit) verfertigtes Netz mit halbzölligen Maſchen befeſtigt, das in ſeiner hinteren Hälfte, um das Durchgleiten kleinerer Objekte zu verhindern, mit Beuteltuch gefüttert iſt. Während der Fahrt des Porcupine kam Kapitän Calver auf die Idee, an ein ſolches Schleppnetz ein halbes Dutzend alter Deck-Waſchlappen zu befeſtigen. Der Erfolg war überraſchend, denn

Digitized by Google

„der aufgezafelte Hanf brachte alles Rauhe und Bewegliche, das ihm in den Weg kam, mit herauf und wufch den Boden des Meeres, wie er das Verdeck des Schiffes gewafchen hatte". Nach allerlei Erfahrungen kam man zu der Überzeugung, daß es am praktifchften fei, derartige Quaften aufgedrehten Hanfs in gewiffen Zwifchenräumen an eine eiferne, am Boden des Netzes der Länge nach befeftigte Stange anzuhängen. Gelegentlich benutzte man auch fchon auf der Porcupine-Expedition die Quaften allein ohne Netz.

Während der Fahrt des Challenger erfuhr die Ballfche Dredfche einige weitere Verbeffernngen; an die kürzeren Querteile des 4 Fuß 6 Zoll langen und 1 Fuß 3 Zoll weiten eifernen Rahmens wurden zwei runde eiferne Stangen parallel zu den Seiten des Netzes befeftigt, die hinten durch eine mit einem Gewicht befchwerte und mit acht Hanfquaften verfehene andere Eifenftange von zirka 8 Fuß Länge verbunden waren. So wird das Dredfchnetz auf dem Boden des Meeres lang ausgefpannt gehalten und die Quaften können fich nicht über feinen Eingang weglegen. Die hintere Hälfte des ebenfalls 4 Fuß 6 Zoll langen Netzes ift fehr kleinmafchig, die vordere aber hat einzöllige Mafchen. Zwifchen dem Rahmen und der hinteren Querftange find drei Stricke vom beften Hanf ausgefpannt, an welche das Netz befeftigt ift.

Auf den Expeditionen des Blake, während deren Verlauf die Methoden des Lotens und Dredfchens fo bedeutende und tief eingreifende Umgeftaltungen erfuhren, daß fie gewiß zu den wichtigften Entwicklungsepochen der Tiefseeforfchung gehören, wandten die Amerikaner eine fehr wefentliche Modifikation diefes alten Modells an. Das Geftell des Apparates ift hier ein eiferner, oben und unten mit je zwei feitlichen und einer mittleren Querftange verbundener, 4 Fuß langer Doppelrahmen, an deffen beide längeren vorderen Seitenftücke in gewöhnlicher Art verbreiterte und am Rande gefchärfte Schaber angenietet find. In diefem feften Gerüfte hängt das eigentliche Netz in bekannter Weife an dem vorderen Rahmen befeftigt, und das ganze übrige Geftell, mit Ausnahme natürlich vom Eingange, wird zum Schutz des Innennetzes mit Segeltuch überzogen. An den drei unteren Querftangen des Gerüftes ift die eiferne, mit drei Gewichten befchwerte Stange befeftigt, an welcher

Digitized by Google

die Hanfquaſten, vier an der Zahl, angebracht ſind. Fig. 27 iſt nach Sigsbee und zeigt die Dredſche ohne den Überzug von Segeltuch. Eine von Sigsbee erfundene beſondere Modifikation iſt die Harkendredſche (Rake-dredge, Fig. 28), deren Konſtruktion ſich zur Genüge aus der Abbildung ergiebt. Sie iſt überquer 42 Zoll lang und dient dazu, den Boden aufzulockern und die hier verſteckten Tierformen dem nachfolgenden Netze erreichbar zu machen. In bedeutenden Tiefen iſt ſie nicht verwendbar. Die größte Verbeſſerung, welche allen dieſen Apparaten von A. Agaſſiz gegeben wurde, beſtand aber darin, daß

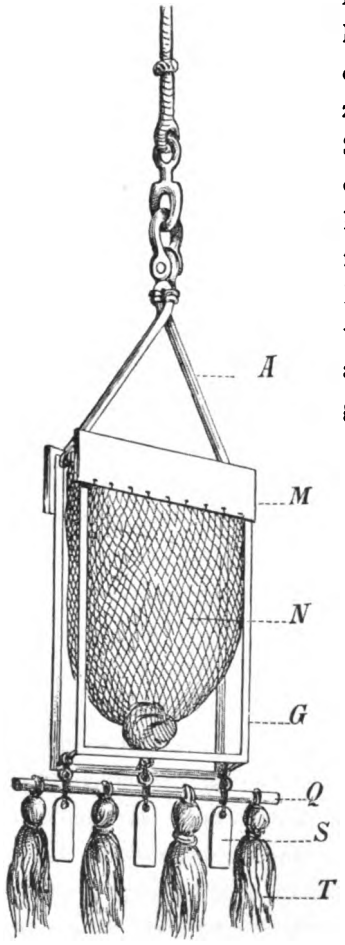


Fig. 27. Dredſche des „Blake", ohne den äuſsern Überzug. A Hängſtange, M Schabeiſen, N Netz, G Rahmen, Q Querſtange, an welcher die Quaſten T hängen, S Gewichte.

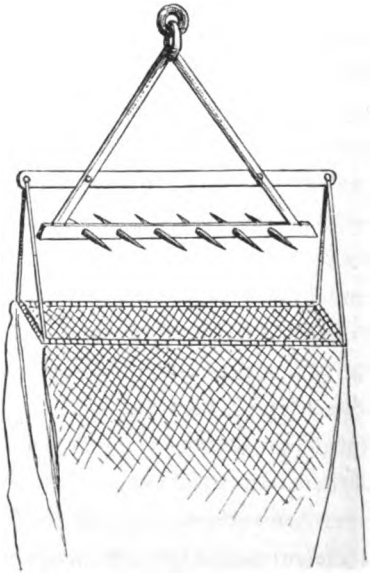


Fig. 28. Sigsbees Harkendredſche.

er anſtatt der früheren Hanfleinen von 1,6—2,4 Centimeter Durchmeſſer (Fig. 29, 1), an welche die Dredſchen befeſtigt waren, ſolche aus ſtählernem Klavierdraht von nur 1 Centimeter Durchmeſſer (Fig. 29, 2)

Digitized by Google

in Anwendung brachte, wodurch das Herablaſſen und Heraufholen der Netze, namentlich aber der großen Grundnetze ganz weſentlich erleichtert wurde.

Das Vorbild dieſer großen Grundnetze (trawl net, le chalut) war, wie erwähnt der „beam-trawl“ der engliſchen Fiſcher geweſen. Die gewöhnliche Dredſche iſt für größere Tiefen nicht hinreichend und ſie iſt namentlich auch zu klein, ſodaß die wahrſcheinliche Maſſe der von ihr erbeuteten Objekte, von denen größere, beſonders Fiſche, von vorn herein ziemlich ausgeſchloſſen ſind, nicht im Verhältnis zu der Mühe des Hinablaſſens und Heraufholens ſteht. Da kam man während der Expedition des Challenger auf die Idee, einmal einen Verſuch mit dem alten beam-trawl, der, wie bereits bemerkt, 1872 ſchon der nordamerikaniſchen U. S. fish-commission ſehr gute Dienſte geleiſtet hatte, zu machen, und der erſte rein wiſſenſchaftliche Gebrauch dieſes Netzes wurde beim Kap St. Vincent an der Südweſt-Ecke Portugals bei einer Tiefe von 600 Faden gewagt. Der Erfolg war ſo überraſchend, daß man gleich darauf das Netz auf eine Tiefe von 1090 Faden auswarf und ein gleich günſtiges Reſultat erzielte. Die größte Tiefe, bei welcher das große trawl auf der Reiſe des Challenger benutzt wurde, war 2650 Faden auf der Reiſe von Halifax nach den Bermudas.

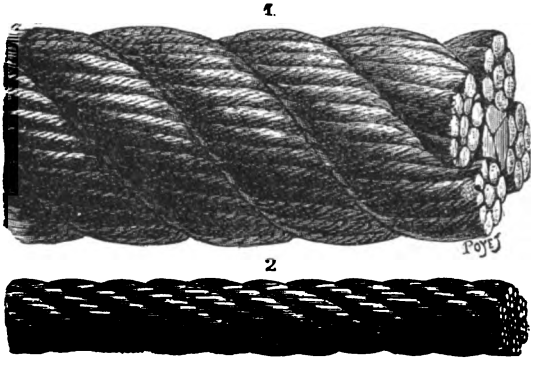


Fig. 29. 1) Alte Hanfleine der Dredſche, 2) neue Drahtleine.

Das Tiefſee-Grundnetz des Challenger war ein kegelförmiger Sack von 30 Fuß Länge, deſſen Mündung mit der einen Seite an einem 15 Fuß langen Balken von hartem Holze mittels einer Anzahl Tauſchlingen befeſtigt war. Der übrige frei herabhängende, dicht mit dicken Bleiplatten beſetzte Teil des Mündungsrandes ſchleppt über den Boden hin. An jedem Ende des Balkens waren ſchlittenkufenartige Eiſen von 3 bis

Digitized by Google

4 Fuß Länge befeſtigt, deren Gewicht ſo verteilt war, daß ſie beim vorſichtigen Hinablaſſen nach unten zu liegen kamen, ſodaß der Balken ſich oben, der freie Teil des Netzrandes ſich unten befand. In dieſem größeren geſchloſſenen Sacke hing ein zweites, unten offenes Netz, zirka 22 Fuß lang, ſodaß der ganze Apparat nach Art einer Fiſchreuſe funktioniert. Das untere Ende des äußeren geſchloſſenen Sacks war mit Beuteltuch gefüttert, ſodaß kleine Objekte nicht durch die Netzmaſchen entſchlüpfen konnten. Die beiden Kufeneiſen und das Ende des äußeren Netzes wurden mit drei gleichſchweren (14 Pfund wiegenden) Gewichten beſchwert und an den erſteren die Taue befeſtigt, welche zirka 5 Fuß vor dem Querbalken mit der Zugleine verbunden waren.

Sigsbee und Agaſſiz nahmen auf den Expeditionen des Blake eine Reihe von Verbeſſerungen mit dieſem Apparate vor. Sie ließen im freien Ende des äußern Sackes gleichfalls eine Öffnung, die indeſſen beim Gebrauch mit Draht zugerafft wurde und nur bei der Entleerung des Netzes diente; dann änderten ſie das Verhältnis von Balken, Kufen und Netzmündung, indem ſie letztere nur mit den Seiten an, durch eine lange eiſerne Mittelſtange vereinigte, Querſtäbe der bügelartig gebogenen, in ihrem oberen Ende gleichfalls wieder durch eine gleiche eiſerne Mittelſtange (ſtatt des Balkens) verbundene Kufen befeſtigten. So war der größte Teil des Netzrandes, der mit Bleiplatten verſehen wurde, frei und konnte loſe über den Boden ſchleifen und war es dabei einerlei, auf welche ſeiner beiden Breitſeiten das Grundnetz fiel, der Erfolg der Arbeit wurde dadurch nicht in Frage geſtellt. Weiter führten ſie von den Bügelkufen zum unteren Ende des äußeren Netzes jederſeits ein dickes Tau, welches den Sack am Zuſammenfallen hinderte und vom Bügel noch zirka 12 Fuß weiter nach vorn lief und ſich hier mit ſeinem Pendant und der Zugleine vereinigte. Endlich ſpannten ſie quer durch den vorderen Teil des Netzes ein anderes ſtarkes Tau, das von etwas größerer Länge, als die Breite des Lumens des Sackes an dieſer Stelle betrug, war und woran große Korkſcheiben befeſtigt wurden, ſodaß die Möglichkeit des Zuſammenfallens des Netzes in jeder Richtung weſentlich verringert wurde. Ganz derſelbe Apparat, nur mit der Zuthat einer großen Tauquaſte an dem einen Bügel, wurde von den Franzoſen auf der Expedition des

Digitized by Google

Talisman in Anwendung gebracht (Fig. 30).

Das Ideal eines Tiefſeenetzes, ſowohl einer Dredſche als eines Trawlnetzes, das nach allen Seiten hin den Anforderungen entſpricht und namentlich nicht mehr oder weniger tief in den Schlamm einſinkt, ſondern rein den Boden abkratzt, bleibt noch zu erfinden und iſt hier geſchickten, denkenden Mechanikern ein ſchönes Feld offen, der Wiſſenſchaft außerordentliche Dienſte zu leiſten. Sehr zu wünſchen wäre es auch, wenn an den Tiefſeeſchleppnetzen Vorrichtungen angebracht wären, mittels welcher ſie ſich erſt öffneten, wenn ſie auf dem Boden ankämen, ſich aber wieder ſchlöſſen, wenn ſie heraufgeholt würden. Wie die Apparate zur Zeit eingerichtet ſind, können ſowohl während ihres Weges hinab, wie herauf, allerlei Bewohner der zwiſchen dem Boden und der Oberfläche befindlichen Waſſerſchichten in dieſelben hineingeraten und uns ſo falſche Vorſtellungen von der bathymetriſchen Verteilung der Organismen im Meere geben.

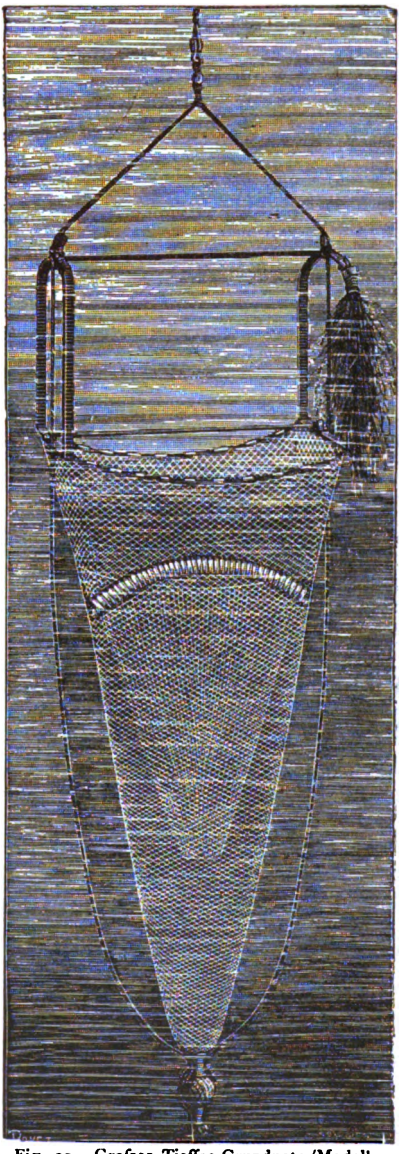


Fig. 30. Groſses Tiefſee-Grundnetz (Modell Sigsbee-Agaſſiz).

Die Schleppnetze ſind indeſſen nicht die einzigen Inſtrumente, Tiere des tieferen Meeres zu fangen, es giebt vielmehr noch ſowohl ähnlich konſtruierte, aber eine andere Art des Fangs ver-

Digitized by Google

mittelnde, wie anders beſchaffene, mit denen man die nämliche Beute berückt.

Die Apparate der erſteren Art ſind wirkliche Netze, aber ſie dienen nicht dazu, die Fauna des Meeresbodens zu erlangen, ſondern jene in den verſchiedenen Schichten des Waſſers frei ſchwimmende, — es ſind Schwebnetze (tow-nets, drag-nets der Engländer und Amerikaner). Die gewöhnliche Form zum Fiſchen in nicht zu großen Tiefen beſteht zunächſt aus einem Ring viertelzölligen Eiſens, deſſen Lumen man je nach Wunſch und Bedürfnis nimmt. An dieſen Ring wird ein ſpitz endigendes Netz aus feinem Muſſelin, am beſten aus guter Müllergaze befeſtigt. Für den Fang ſchwimmender Organismen in tiefem Waſſer brachte Agaſſiz große Schwebnetze in Anwendung, zu deren ovalem 5 zu 3 Fuß weiten

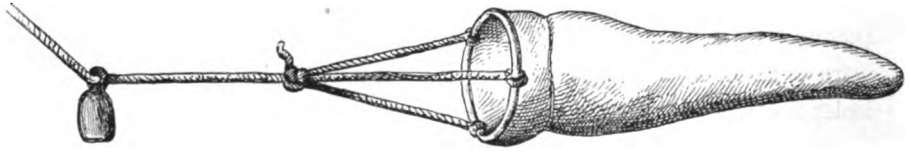


Fig. 31. Schwebnetz.

Ringe dreiviertelzölliges Eiſen genommen war. Das Netz beſteht aus einem Netzwerk mit viertelzölligen Maſchen und ſein hinteres Ende iſt mit Muſſelin überzogen. Es muß raſch durch das Waſſer bewegt werden.

Die Schwebnetze des Challenger waren von verſchiedener Größe und ihr Reif hatte je nachdem 10, 12, 14 oder 16 Zoll Durchmeſſer. An ihm waren drei Taue befeſtigt, welche in einen Knoten mit der Zugleine zuſammenliefen; das aus Muſſelin etc. beſtehende Netz war ſpitz und ſehr lang (Fig. 31). Sollten ſie bei einer Tiefe von 200—800 Faden funktionieren, ſo wurde an der Leine zirka 10 Faden vor dem Eingang in das Netz ein Gewicht von 14 Pfund angebracht. Die größte Tiefe, bei welcher ſie während der Reiſe gebraucht wurden, war zwiſchen 1000 und 2000 Faden auf der Fahrt zwiſchen Japan und den Sandwich-Inſeln. Sie wurden auch angewendet, um Organismen bei ruhendem Schiff aus der Tiefe zu holen: dann wurde der Sack der Länge nach mit einem Streifen feiner Wand an eine unten mit einem

Digitized by Google

Gewichte beschwerte Verlängerung der Zugleine befestigt und diente so als Schöpfapparat.

Es ist klar, daß der nämliche Übelstand, durch welchen die Tiefsee-Schleppnetze in ihren Erfolgen beeinträchtigt werden, genau so auch bei den Schwebnetzen eintreten wird, auch hier wird namentlich beim Heraufholen eine Vertauschung der Faunen verschiedener Wasserschichten leicht eintreten. Man hat versucht diesen Inkonvenienzen auf verschiedene Art vorzubeugen.

So konstruierte Sigsbee einen Apparat, der kein eigentliches Netz war, vielmehr aus einem 2 Fuß hohen, 10 Zoll weiten Hohlcylinder bestand, welcher im Boden eine Schmetterlingsklappe hatte. Er wurde mittels einer Aufhängevorrichtung (friction clamp) derart an eine Leine befestigt, daß die Klappe geschlossen war und so bis in die gewünschte Tiefe hinabgelassen. Darauf ließ man an der Leine ein Gewicht nachlaufen, das bei Berührung der Aufhängevorrichtung den Cylinder loslöste und ihn, jetzt mit geöffneter Klappe, 50 Faden tiefer gleiten ließ, bis er auf eine an der Leine angebrachte Hemmvorrichtung anstieß, wo sich seine Klappe schloß und auch beim Heraufholen geschlossen blieb. Es ist klar, daß der Hohlcylinder bloß solches Wasser mit Inhalt einschließt, das der betreffenden von ihm offen durchfahrenen 50 Faden langen Wasserschicht angehört.

Während der Erdumseglung des italienischen Schiffes „Vettor Pisani" (1882—1885) kam dessen Kommandeur Palomba auf die Idee, mit einem Schließnetz eine Propellerschraube, wie sie bei den verbesserten Negretti-Zambra-Thermometern (siehe Figur 18, pg. 60) in Anwendung kommt, zu vereinigen. Chun und von Petersen nahmen diese Idee auf und es gelang dem letzteren, einen sehr sinnreichen Apparat zu konstruieren, der vorzügliches leistet.

Chun, nach dessen Abbildungen die nebenstehenden Figuren kopiert sind, giebt von dem Apparat folgende Beschreibung: „der verwendete Propeller (p) besitzt vier Flügel und ist in der Mitte einer langen Messingstange befestigt, die ihrerseits in einem eisernen Rahmen (r) aufgehängt ist. Die obere Hälfte der Messingstange (st) ist glatt und kann in eine Hülse (f) sich völlig einschieben; die untere Hälfte (st) ist mit einem feinen

Digitized by Google

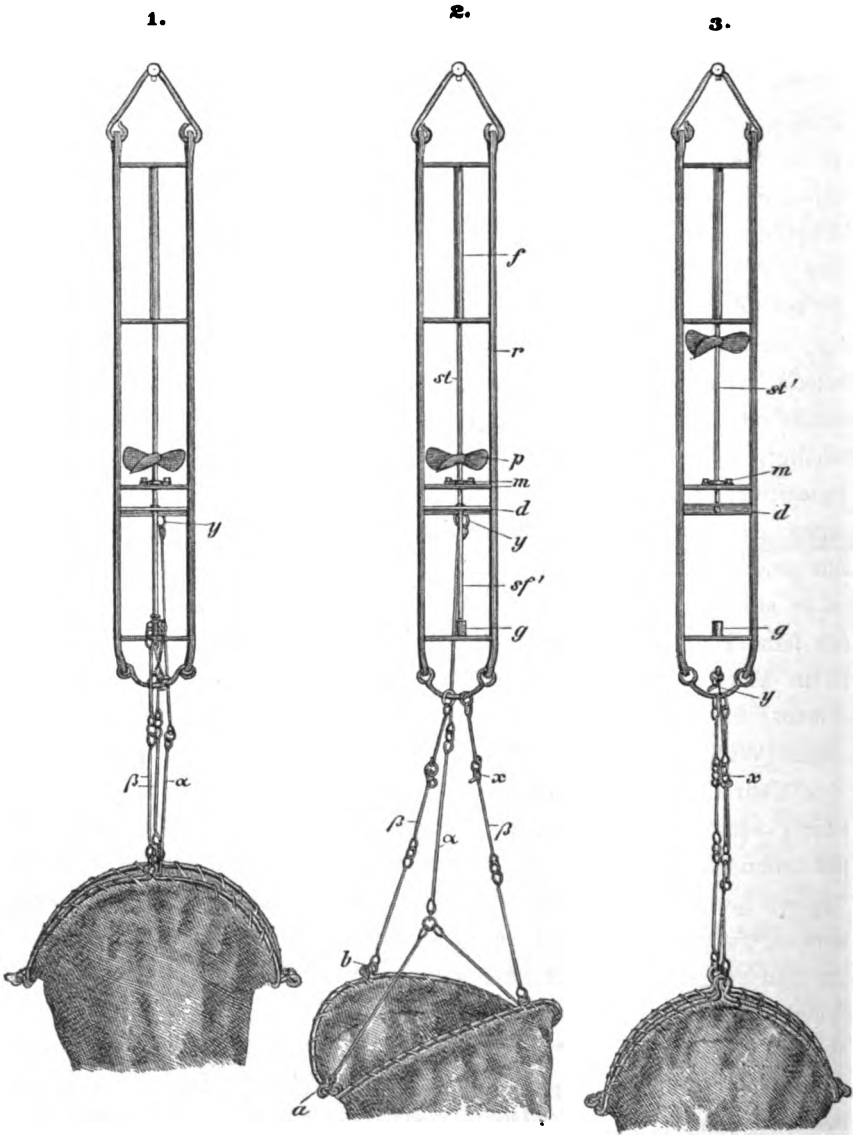


Fig. 32. von Peterſen's Schlieſsnetz. A beim Herablaſſen, B bei der Arbeit, C beim Heraufholen. (Nach Carl Chun „Die pelagiſche Tierwelt" etc. in Bibliotheca zoolog. Heft I, Tafel 1, Fig. 1, 2, 3.)

Digitized by Google

Schraubengewinde verſehen, das durch eine ſehr exakt gearbeitete Schraubenmutter (m) läuft. Wird der Propeller vertikal gehoben oder horizontal durch das Waſſer gezogen, ſo drehen ſich die Flügel derart, daß allmählich der Meſſingſtab ſich hebt. Umgekehrt ſenkt ſich der Stab durch entgegengeſetzte Drehung der Flügel, wenn der Apparat in die Tiefe herabgelaſſen wird. Eine kleine, an einer Querleiſte befeſtigte Hülſe (g) verhindert ein Senken des Stabes über dieſe hinaus beim Herablaſſen. Das allmähliche Heben des Stabes bietet nun die Möglichkeit, ſucceſſive die Drähte α und β auszulöſen.

Vermittels kleiner Ringe x können die das Schließen des Netzes bewerkſtelligenden Drähte β auf die kleine Hülſe g aufgelegt werden und ebenſo kann der Draht α, welcher das Öffnen veranlaßt, auf einer durchbohrten Platte d vermittels eines Ringes y feſtgelegt werden.

Vor dem Herablaſſen des Netzes winde man den Meſſingſtab mit dem Propeller völlig in die Höhe und lege zunächſt den Ring y auf die Platte d auf, drehe dann den Stab st' durch Ring y und die Öffnung der Platte d ſo weit abwärts, bis das Ende des Stabes in der Nähe der Hülſe g angelangt iſt. Darauf lege man auf die Hülſe die beiden Ringe x und drehe den Stab, bis er auf den Boden der kleinen Hülſe g angelangt iſt.

Das Netz iſt nun geſchloſſen, da lediglich die Drähte β wirken und wird geſchloſſen in die gewünſchte Tiefe verſenkt. Zieht man an der Leine, welche den eiſernen Rahmen trägt, an, ſo ſtellen ſich Rahmen und Netz ſchräg, während gleichzeitig der Propeller in Aktion tritt. Nach einigen Minuten tritt das Ende des Stabes st' aus der Hülſe g und es löſen ſich die Ringe x aus. Die Drähte β werden ſchlaff, während der Draht x, an dem jetzt allein das Netz hängt, anzieht und das Öffnen bewerkſtelligt. Das Netz fiſcht nun geöffnet 15—20 Minuten, während gleichzeitig der Stab st' in dem Muttergewinde ſich durch weitere Drehung des Propellers hebt. Schließlich tritt ſein Ende aus der Öffnung der Platte d und der Ring y wird ausgehakt. Die Drähte α werden ſchlaff und das Netz hängt allein in den Drähten β, die nun ihren Zug ausüben und das Netz zum Schließen bringen."

Soweit Chun, der mit dieſem Apparat im Mittelmeer ausgezeichnete

Digitized by Google

Reſultate erzielte und dabei die Erfahrung gewann, daß die Anwendung eines ſtarken Stahldrahts als Leine nicht immer vorteilhaft iſt, da derſelbe leicht reißt, ſobald durch eine in langer Spirale erfolgende Drehung des Netzes der Draht bei ſpäterer ſtarker Spannung einen Knoten bildet. So gingen bei Ponza zwei Netze verloren.

Diejenigen Inſtrumente, welche teilweiſe dieſelbe Aufgabe haben, aber anders gebaut ſind, wie die Dredſche, ſind nun zunächſt die Quaſtenapparate. Als Calver darauf kam, aufgefaſerte Lappen mit der Dredſche zu verbinden, dachte er ſicher nicht daran, daß er ein ſehr altes Verfahren in Anwendung brächte.

Der Graf Ferdinand Marſigli (1658—1730) erzählt uns in ſeinem berühmten und hervorragenden Buche über die Naturgeſchichte des Meeres, daß ſich die Korallfiſcher im Mittelmeere eigentümlicher Apparate bedienen, um ſich der teilweiſe unter überhängenden Felſen wachſenden koſtbaren „Pflanzen“, wofür er die Korallen noch hielt, zu bemächtigen. Der eine „engin“ genannt, beſteht aus zwei gekreuzten Balken, an deren Kreuzungsſtelle des Sinkens halber eine Kanonenkugel angebracht iſt, während an den vier Enden des Kreuzes ſich Tauwerk, teils in ganzem, teils in aufgefaſertem Zuſtande befindet. Ein Ende des Kreuzes nach dem andern wird vom Schiffe aus unter die überhängenden Felſen, wo man Korallen vermutet, gebracht und drehend bewegt, wobei die ſtarken Tauſtücke die Korallenſtücke abſchlagen, die aufgefaſerten ſie aber umſpinnen. Ein anderes zu demſelben Zweck benutztes Inſtrument, mit Namen Salabre, iſt eine Art Löffel, nämlich ein einfacher Balken, der an dem einen Ende ein Netz mit eiſernem Reifen trägt.

Der ausgezeichnete venetianiſche Naturforſcher Vitaliano Donati beſpricht in ſeiner Naturgeſchichte des adriatiſchen Meeres beide auch von ihm abgebildeten Inſtrumente genauer, verwechſelt aber aus Mißverſtändnis die beiden Benennungen Marſiglis*). Er benutzte das „engin“ zu wiſſenſchaftlichen Zwecken und, indem er an die Spitzen der 2 bis 3 Schritt langen Balken aufgefaſerte Hanfquaſten von 20 bis 30

*) Es beruht auf einem Irrtum, wenn im „Narrativ of the Challenger (Vol. I first part pg. XXXV) geſagt wird, Marſigli (oder Marſilli, ſicher nicht Marſili) und Donat hätten ſich bei ihren Unterſuchungen des Auſternſchabers bedient.

Digitized by Google

Schritt Länge band, ſcheuerte er, wie er ſich ausdrückt, damit den Boden des Meeres und brachte eine Menge Organismen, ſelbſt anſehnliche Steine in dem Faſerwerke verwickelt mit herauf, wobei er ſich einer kleinen im Boote befeſtigten Winde bediente. Er rühmt den Nutzen des Apparats, der bei den Venetianern „ordigno“ d. h. Maſchine heißt, namentlich auf unebnem felſigem Boden und zwiſchen Steinen gar ſehr.

Vier Menſchenalter nach Donati verfertigte Sigsbee, ohne ſeinen Vorgänger zu kennen, eine „Quaſtendredſche“ (Tangles) von folgender Konſtruktion: eine zirka 10 Fuß lange Eiſenſtange trägt an beiden Seiten ſtützende Reifen von runder oder ovaler Form, um den Stab vom Boden abzuhalten. An dieſem Stabe ſind in gleichmäßigen Zwiſchenräumen ſechs Eiſenketten von 15 Fuß Länge angebracht, an welche bei je 3 Fuß die Quaſten angeknüpft ſind (Fig. 33). Das Inſtrument dient hauptſächlich zum Fang von Echinodermen auf rauhem Boden, kann auch mit großem Vorteile verwendet werden, um die Seeſterne von den Auſternbänken, wo ſie ſich oft ſo ſchädlich bemerkbar machen, zu entfernen.

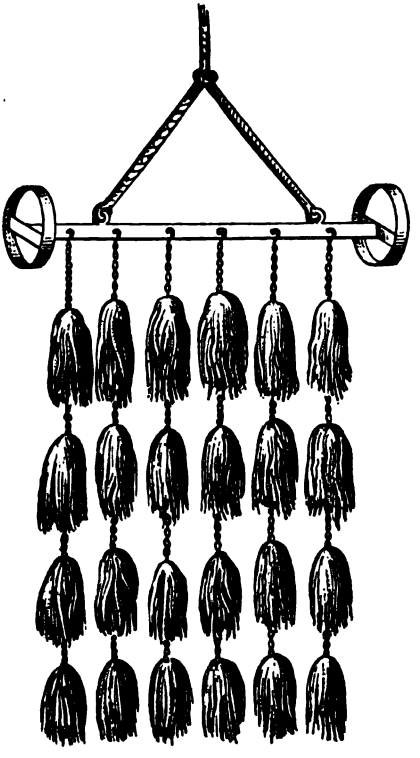


Fig. 33. Sigsbees Quaſtendredſche.

Einen anderen, von den Venetianern „trezzola“ genannten Apparat, der hauptſächlich zum Losreißen und Halten von auf dem Grunde des Meeres feſtgewachſenen Organismen, beſonders dann, wenn der Boden eben iſt, dient, beſchreibt der erwähnte Donati. Es iſt ein etwa 1000 Schritt langes, ſtarkes Tau, an welches in kurzen Zwiſchenräumen mittels dünnerer Stricke feſte Fiſchhaken befeſtigt ſind, derart gekrümmt, daß ſie alle Seegewächſe, welche ſie zu

Digitized by Google

faſſen bekommen, auch feſthalten. Damit dieſe „Hakendredſche“ ſinkt und nicht flottiert, iſt ſie in gewiſſen Diſtanzen durch Bleiſtücke beſchwert.

Als die Reiſenden des Challenger auf Zebu waren, lernten ſie eine ähnliche Maſchine kennen, deren ſich die Eingebornen bedienen, um ſich der ſchönen beliebten Euplektellen zu bemächtigen. Zwei 8 Fuß lange Stäbe aus geſpaltenem Bambus werden unter einem ſtumpfen Winkel aneinander befeſtigt und durch ein Spannwerk von Bambus in ihrer Lage erhalten. Die beiden langen Stäbe ſind vorn mit zahlreichen Angeln beſetzt, welche ihre Spitze nach dem Scheitel des Vereinigungswinkels hin wenden. Das Ganze wird in geeigneter Weiſe mit Steinen beſchwert, welche den Apparat auf den Boden halten und ſeinen Scheitel, an welchen die aus Manilahanf beſtehende Zugleine befeſtigt iſt, niederdrücken. Beim Fahren mit dem Boot beherrſcht dieſe, von den Zebuanern „Reckaderos“ genannte Hakendredſche eine Straße von faſt 14 Fuß Breite und reißt mit den Angelhaken die in dem Schlamm wurzelnden Kieſelſchwämme heraus und hält ſie feſt.

Ein nach demſelben Prinzip gebautes Inſtrument benutzten Dr. Malm und Profeſſor Milnes Marſhall zum Fang einer rieſigen Pennatulide (Funiculina quadrangularis), die wie eine Rute bei mehr als Mannslänge nur $^1/_2$ Zoll im Durchmeſſer hat und mit ihrem Stil faſt einen Fuß weit im Sande ſitzt. Einem ſolchen Geſchöpf iſt mit der gewöhnlichen Dredſche nur ganz zufällig einmal beizukommen, aber Milnes Marſhall erzielte mit der Hakendredſche ſchöne Erfolge, desgleichen auch mit einer beſonderen Modifikation derſelben, bei welcher die Angelhaken nicht direkt an die Balken, ſondern zu fünft oder ſechſt an am Ende mit Bleigewichten beſchwerte Schnuren von 4 Fuß Länge befeſtigt waren. Später wurden die Angelhaken gruppenweiſe, je drei und drei zuſammen, an die Schnuren angebunden und dieſe ſelbſt überquer in Stricke eingeflochten, damit ſie ſich nicht verwirrten. Mit dieſem Apparate wurden öfters 4—5, einmal ſogar 7 Exemplare jenes ſeltenen Tieres erbeutet.

Das Manipulieren mit den meiſten dieſer Maſchinen, namentlich mit den gewaltigen Trawl-Netzen iſt keine leichte Sache. Für einen auf dem

Digitized by Google

Porcupine ſtattgefundenen Dredſchzug berechnet Wyville Thomſon folgendes Gewicht:

Gewicht des Tauwerks (im Waſſer um $^1/_4$ reduziert)	1375 Pfd.
Dredſche und Sack	275 „
Mit heraufgebrachter Schlick	168 „
Angehängte Gewichte	224 „
zuſammen	2042 Pfd.

Um ſolche Maſſen zu bewegen, bedarf man ſelbſtverſtändlich beſonderer, durch Lokomobilen in Thätigkeit geſetzter Winden, die namentlich für den Blake in hoher Vollkommenheit verfertigt wurden — Maſchinen, von denen die von den Franzoſen auf der Reiſe des Talisman gebrauchten, doch nur in ſehr unweſentlichen Punkten verſchieden waren (Fig. 34 und 35).

Auch die Leine der Dredſche iſt mit einem Accumulator verbunden, der auf dem Challenger noch nach dem alten, bei Betrachtung der Lotmaſchine beſchriebenen Modelle gearbeitet war, auf dem Blake aber (und danach auf dem Talisman) aus 39 Stück $4^1/_2$ Zoll breiter und 3 Zoll hoher, gewaltſam auf einen Stab angereihter und angepreßter Kautſchukſcheiben beſtand, die gegen einander und gegen den ſie central durchbohrenden Eiſenſtab durch meſſingene Lager geſchützt waren. Die Talje (P) des Accumulators (A) läuft über die Scheibe eines Patentblocks oben am Maſte und weiter zu einem andern an der Spitze (Nocke) der großen Raae (E) befindlichen, über deſſen Scheibe die Leine des Trawlnetzes (C) gezogen iſt. Der Accumulator, der ſich ſechs Fuß ausdehnen kann, zieht ſich zuſammen und verlängert ſich während der Arbeit des Trawlnetzes auf dem Meeresboden, entſprechend den Unebenheiten von Berg und Thal, über welche es dahin gleitet.

Für das Dredſchverfahren ſelbſt hat Sir Wyville Thomſon eine Reihe von Vorſchriften gegeben. Nach dieſen thut man immer gut, ſich, bevor man die Dredſche auswirft, durch eine Lotung von der Tiefe des Meeres an der betreffenden Stelle zu vergewiſſern. Auch ſollte man immer die Bodentemperatur meſſen, da dadurch die verſchiedenen aufeinanderfolgenden Züge der Grundnetze rückſichtlich der Verbreitung

Digitized by Google

der Organismen auf dem Meeresboden gar ſehr an Wert gewinnen, denn öfter können, durch früher von uns betrachtete Umſtände, kalte und

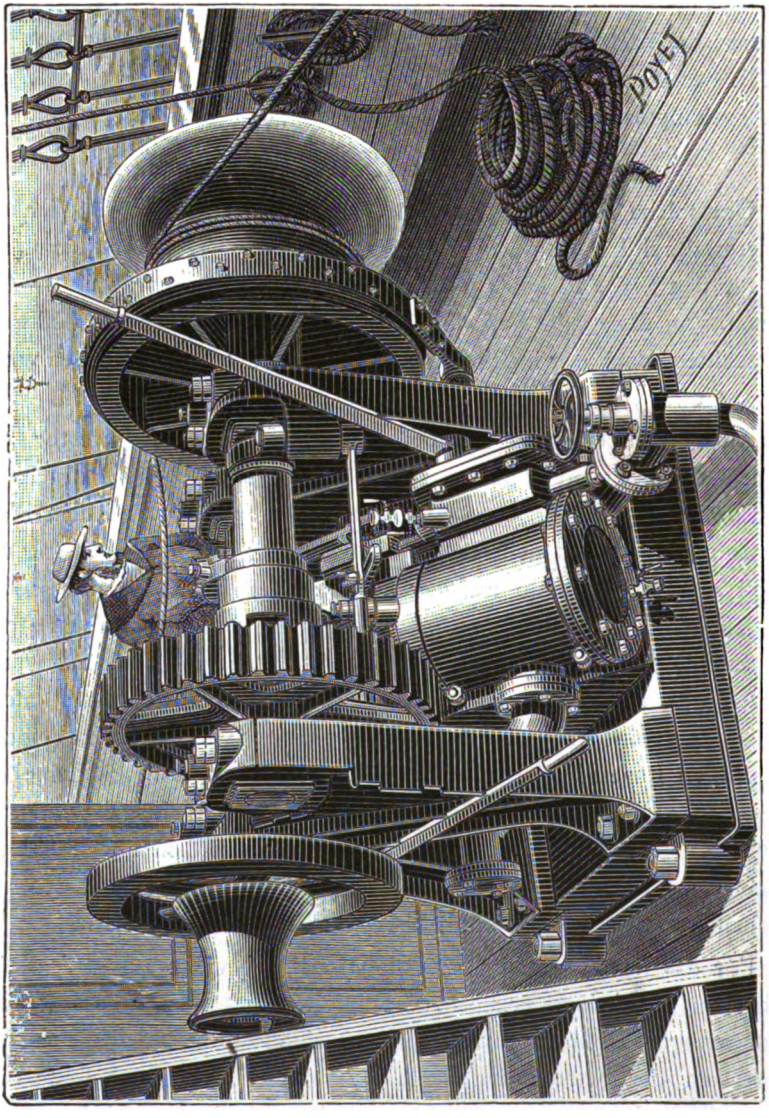


Fig. 34. Dampfwinde zum Aufziehen der Grundnetze.

warme Stellen mit ſehr verſchiedenen Faunen ſich dicht bei einander

Digitized by Google

befinden. Eine Hauptſache iſt, daß man die Leine der kleinern Dredſchen recht reichlich bemißt (für unter 100 Faden Tiefe die doppelte Länge,

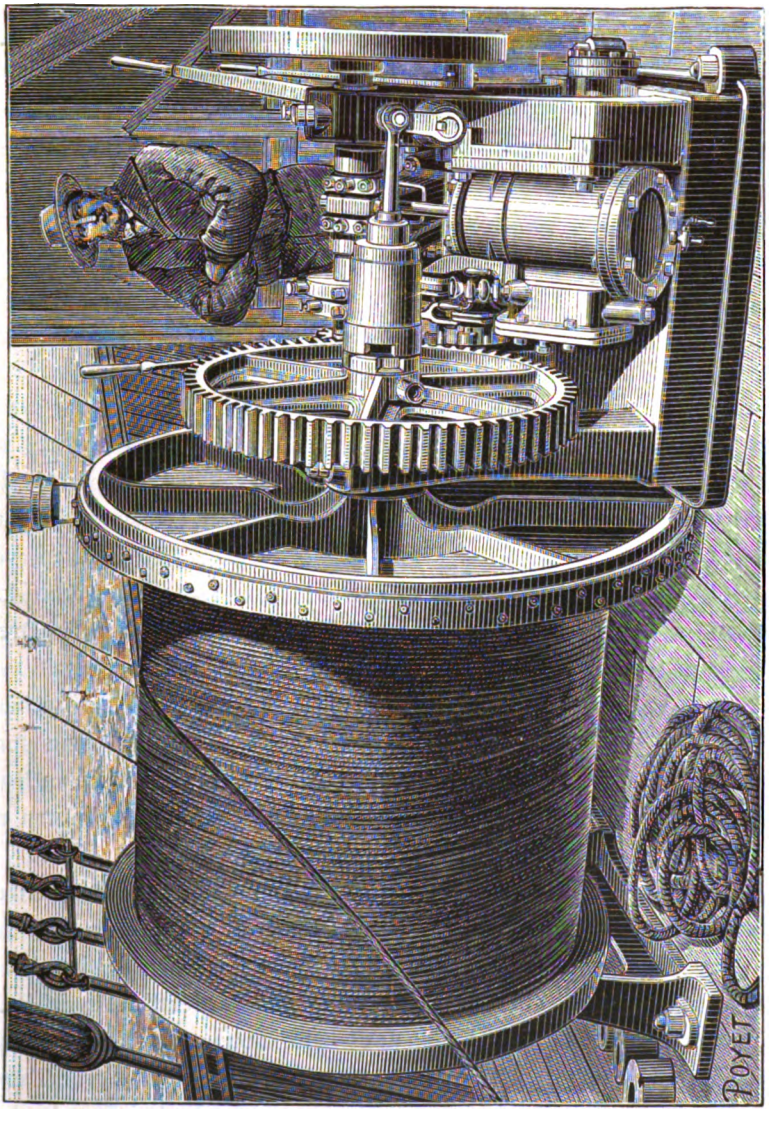


Fig. 35. Winde zum Aufrollen der aus Stahldraht beſtehenden Dredſchleine.

für unter 40 Faden die dreifache). Dann ſind die Bewegungen des

Digitized by Google

Netzes weniger ruckweiſe und plötzlich. Da im Waſſer Strömungen aus mancherlei Gründen vorhanden ſein können, ſo iſt es angezeigt, an der Leine, 3—4 Faden vor der Dredſche, ein Gewicht von 14—50 Pfd., je nach der Tiefe, in welcher der Apparat zu arbeiten hat, zu befeſtigen, wodurch ſich ſein Eingangsrand dem Boden dichter anlegt. Würde man das Gewicht näher nach der Dredſche zu anbringen, ſo könnte es leicht zartere, namentlich feſtgewachſene Objekte beſchädigen oder niederdrücken, ſodaß ſie dem Gefangenwerden entgingen.

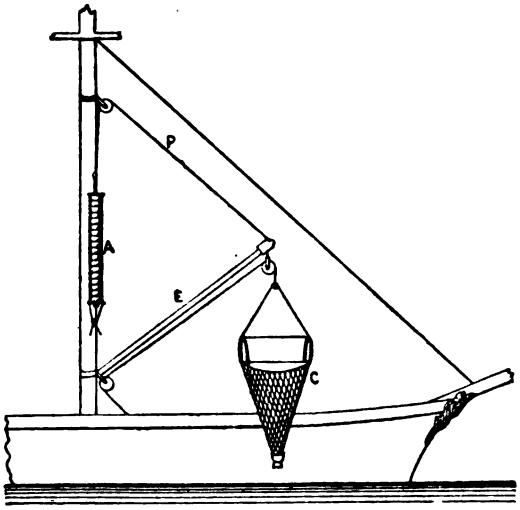


Fig. 36. Das Trawlnetz des Talisman bereit zum Auswerfen. Schema: A Accumulator, C Trawlnetz, E Raae, P Talje.

Das Fahrzeug, von welchem aus man dredſcht, ſei es ein Ruder- oder Segelboot oder ein Dampfer, bewegt ſich, nachdem man bemerkt hat, daß der Apparat den Boden erreichte, langſam weiter. Bei Tiefen von 40 bis etwa gegen 200 Faden läßt man die Dredſche eine gute Viertelſtunde unten, während welcher Zeit ſie ſich, wenn ſonſt alles gut geht, hinreichend gefüllt haben wird, worauf man ſie an Bord windet. Bei geringeren Tiefen kann man ſie ungefähr 3 Minuten arbeiten laſſen und holt ſie mit der Hand herauf.

Weit ſchwieriger geſtaltet ſich das Fangen mit den Grundnetzen, beſonders mit dem rieſigen Trawl in größeren Tiefen, etwa von 200 Faden an. Auch mit den beſten Hilfsmitteln iſt das keine leichte Arbeit und kein Vergnügen, aber es wird ganz außerordentlich mühſelig in Tiefen von annähernd 3000 Faden und kann nur von größeren Dampffahrzeugen aus geſchehen. Es iſt ein zeitraubendes Geſchäft: vor Tagesanbruch ſchon wird der Apparat verſenkt und nach drei Stunden erſt hat er den Boden erreicht. Während dieſer Zeit muß das Schiff ſo viel

Digitized by Google

wie möglich an der gleichen Stelle gehalten werden, denn bei unmotivierten Bewegungen ſinkt das Netz leicht in den Schlamm ein und füllt ſich mit dieſem, anſtatt mit den gehofften Schätzen, — oder es gerät dabei bisweilen die lange Leine in eine eigenartige Vibration, der zufolge ſich das Netz in der Tiefe nicht gleitend, ſondern hüpfend über den Boden bewegt, ſodaß nur wenig Objekte ſich in den Quaſten verwickeln oder auf der Außenſeite hängen bleiben. Iſt der Apparat unten angekommen, ſo dampft das Schiff mehrere Stunden langſam weiter und das Spiel des Accumulators verrät den unebenen Weg, den das Netz zurückzulegen hat. Glaubt man, daß die Dredſche genügend gefüllt iſt, ſo beginnt das Heraufholen, worüber Stunden auf Stunden vergehen, ſodaß oft ſchon die Dämmerung hereingebrochen iſt, wenn der Apparat wieder an Bord gehißt wird.

Hier haben die Naturforſcher indeſſen, wenn ich nach meinem Naturell auf das anderer ſchließen darf, nicht ohne Herzklopfen und mit einem von Minute zu Minute geſteigerten Erwartungsfieber Siebe, Schalen, Gläſer, Lupen und hundert andere Dinge zurechte geſtellt, um die erhoffte Beute gebührend zu empfangen. Bisweilen werden ſie getäuſcht: nicht viel mehr kommt herauf als Schlamm und Schlick, aber ein andermal wieder iſt der Ertrag ein enormer; ſo dredſchte der Talisman bei den Kapverdiſchen Inſeln einmal aus einer Tiefe von 460 Metern (zirka 250 Faden) nicht weniger als 1000 Stück Fiſche aus dem Geſchlechte Malacocephalus und 750 Exemplare von Garneelen aus der Gattung Pandalus zugleich!

Kommt das Grundnetz aus geringeren Tiefen herauf, dann heißt es für die Forſcher raſch ſein und behutſam zugleich! Da ſchnellen Fiſche in die Höhe, — Garneelen machen gewagte Sprünge, — flinke Krabben laufen rückwärts und ſeitwärts raſch davon, — unglaublich hurtig für ihre Organiſationsverhältniſſe, mit ſich überſtürzendem Eifer die ſchlanken Arme als Beine benutzend torkeln Schlangenſterne von dannen, — blitzſchnell ſchlängeln ſich prachtvolle Ringelwürmer dahin! — Aber Vorſicht, Vorſicht! nicht zu rauh und zu raſch die Kinder Poſeidons angefaßt! Hier dieſe Kruſtentiere werfen, unſanft gepackt, Beine und Scheren ab, — jene Seeſterne amputieren ſich der Freiheit

Digitized by Google

zu Liebe opferfreudig einen, ſelbſt mehrere Arme, — dort den Holothurien oder Seewalzen wird es vor angſtvoller Aufregung ganz übel und wehe, ſie erbrechen nicht bloß den Mageninhalt, ſondern die ganzen Gedärme dazu, — Synapten und ſeltſame Schnurwürmer oder Nemertinen zerreißen ſich in ohnmächtigem Ingrimme freiwillig ſelbſt in Stücke!

Köſtliche Minuten für den Naturforſcher! Wie ſchlägt ſein Herz höher, erblickt er eine ihm wohlbekannte, aber lebend noch nie geſehene Seltenheit, oder eine neue, fremdartige Form, der er auf den erſten Blick anſieht, daß ſie geeignet iſt, ein Verbindungsglied zwiſchen bis dahin getrennten und iſoliert ſtehenden Geſchöpfen zu bilden. Dieſe Gefühle kennt nur der Fachmann, es ſind die herrlichſten Blüten, welche auf dem nicht eben dornenloſen Pfade unſerer Wiſſenſchaft blühen!

Der alte Otho Friedrich Müller bricht, nachdem er die Mühſeligkeiten des Dredſchens geſchildert hat, in die Worte aus: „interdum quidem unum et alterum molluscum, helminthicum, aut testaceum minus notum in dulce laborum lenem reportat“ (bisweilen indeſſen bringt ein oder das andere wenig gekannte Mollusk, Würmchen oder Schaltier ſüße Entſchädigung für die gehabten Mühen). Enthuſiaſtiſch ſchildert der gemüt- und humorvolle Edward Forbes mit liebenswürdigen Worten ſeine erſte Dredſchfahrt: „Gar wohl erinnere ich mich des Tages, da ich zum erſtenmale zuſchaute, wie die Dredſche heraufgeholt wurde, nachdem ſie in einer Tiefe von mehr als 100 Faden über den Boden des Meeres dahingeſchleppt war. Als ſich uns eine ganze Dredſche voll Geſchöpfe aus einer noch unerforſchten Tiefe zeigte, da war es uns, als ob wir auf die Stadt eines unbekannten Volkes blickten. Wohl erinnere ich mich auch, wie wir ſorgſam jede Spur organiſchen Lebens von dem umhüllenden Schlamme ſonderten und mit ſtrahlenden Blicken auf Geſchöpfe ſchauten, bisher noch ungekannt, oder auf ganze Geſellſchaften von Formen, deren wahre Fundſtelle vorher niemand mit Sicherheit anzugeben vermochte, oder deren Anblick, ſo in voller Kraft und Schönheit ihres Lebens, niemals früher das Auge eines Naturforſchers entzückt hatte“.

Die Spannung aber, mit welcher die an Bord befindlichen Forſcher der Ankunft des Grundnetzes harren, iſt proportional der Tiefe, bis zu

Digitized by Google

welcher es gefandt worden war. Mit je 100 Faden mehr Tiefe wird es wahrfcheinlicher und immer wahrfcheinlicher, fremdartige, unbekannte Wefen gefangen zu haben. Denn nicht viel ift fchon in Tiefen unter 3000 Faden gedredfcht worden und wir kennen, wie Wyville Thomfon bemerkt, nur einen verfchwindend kleinen Bruchteil des ungeheuern Meeresbodens. Um ein Ding aber braucht fich der die Schätze abyffifcher Gründe in Empfang nehmende Gelehrte nicht zu ängftigen: es ift kein rafches und behutfames Zugreifen nötig, faft alles, was das Netz den fchauerlichen Abgründen entrang, ift tot, — es ift den Tieren der Tiefe nicht befchieden, je das volle Tageslicht zu fehen.

Die Dredfche kann auf zweierlei Art geleert werden. Entweder das Netz wird in ein großes Gefäß mit Seewaffer einfach umgekehrt und fein Inhalt aus- und abgewafchen, oder, und das gefchieht jetzt wohl häufiger, es wird fo hoch gehißt, daß fein Ende in das Gefäß hineinhängt (Fig. 37). Diefes Ende ift aber, wie fchon erwähnt, offen und mit Draht gerafft. Indem diefer mehr und mehr gelüftet und endlich ganz entfernt wird, ergießt fich der Inhalt des Netzes langfam in das bereitftehende Gefäß. Alle Organismen, welche fich an der Oberfläche der entleerten Maffe zeigen, werden nun zunächft forgfältig entfernt und in geeignete, bereitftehende Glasgefäße gebracht. Es ift aber beffer, nicht weiter in dem Haufen von Schlamm und Tieren herumzuftören, da man fonft Gefahr läuft, die zarteren Gefchöpfe noch mehr zu befchädigen, als fie es, leider, oft genug fchon find.

Neben dem größeren Gefäß, in welches der Inhalt der Dredfche eingelaffen wurde, find zwei Kübel von ungefähr 20 Zoll Höhe und 2 Fuß Durchmeffer zur Hand, deren jeder einen Satz Siebe enthält. Von diefen Sieben (4 an der Zahl) fteht das untere auf dem Boden des Kübels und hat lange eiferne Handhaben, die bis über den Rand des höchften, aber fchmalften, innerften Siebes des ganzen Satzes herausragen. Jedes andere Sieb hat gleichfalls eiferne, aber kürzere Handhaben und ein aus Meffingdraht verfertigtes Bodennetz, das im oberften Sieb halbzöllige, im zweiten engere, im dritten viertelzöllige und im vierten, letzten aber weiteften, fo enge Mafchen hat, daß nur noch Schlamm und fehr feiner Sand diefelben paffieren und auf den Boden des Kübels finken kann. Nun

Digitized by Google

wird das oberſte Sieb zur Hälfte mit der von der Dredſche heraufgebrachten Maſſe gefüllt und der ganze Satz, in dem man die langen Handhaben des unterſten Siebes faßt, in dem Waſſer des Kübels behutſam auf und ab bewegt, aber ja nicht etwa gedreht, da durch eine

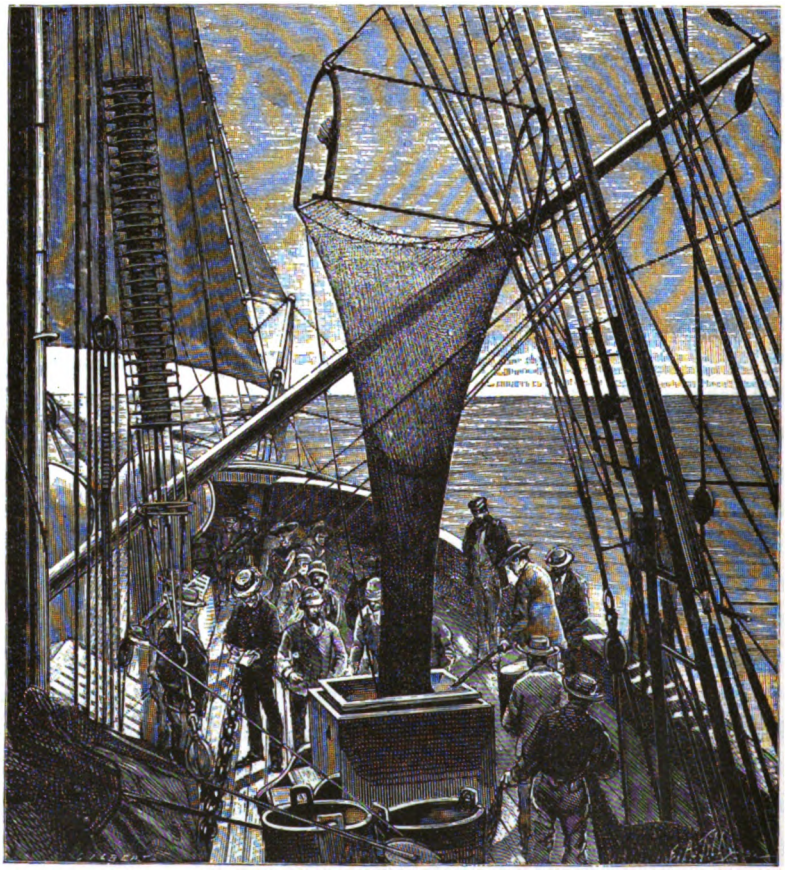


Fig. 37. Ankunft der Dredſche an Bord des Talisman.

drehende Bewegung die zarten Organismen ſehr leicht Beſchädigungen erleiden. In dieſem Apparat, wie er übrigens bei den Entomologen zum Abſieben des Laubes, der Baum- und Walderde längſt in Gebrauch iſt, ordnet ſich nun das gedredſchte Material ſieb- oder etagenweiſe nach

Digitized by Google

ſeiner Größe: im oberſten bleiben die gröbſten Stücke und auf den Boden des Kübels ſinken die feinſten und das Brauchbare kann mit Hilfe von

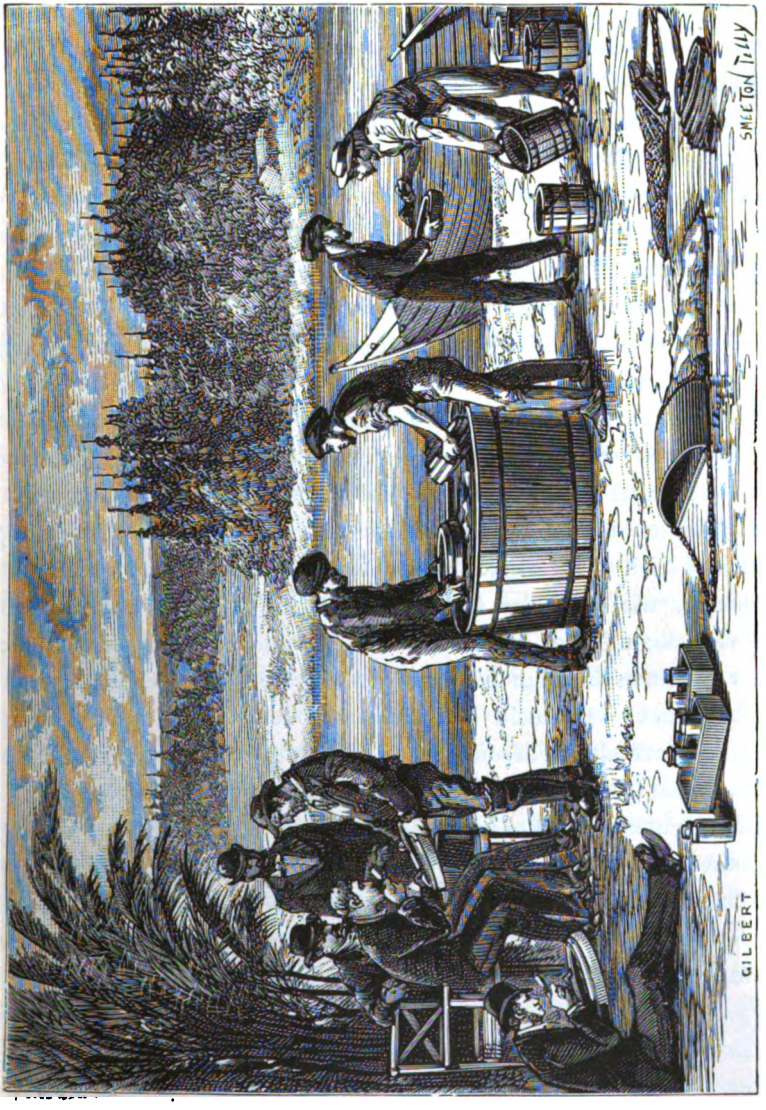


Fig. 38. Marquis de Folin mit ſeinen Gefährten unterſuchen bei Kap Breton den Inhalt der Dredſchen.

Pinzetten, Pinſeln u. dgl. nach und nach aufgeleſen und in entſprechende Glasgefäße verteilt werden. Dredſcht man in unmittelbarer Nähe der

Digitized by Google

Küſte von einem kleinen Boote aus, ſo kann man auch den ganzen Inhalt der Netze mit ans Land nehmen und hier mit Muße durchſtöbern und unterſuchen. Fig. 38 zeigt uns den Marquis de Folin mit ſeinen Begleitern und Gehilfen, wie ſie am Strande von Kap Breton nach einem Dredſchzuge den Netzinhalt auswaſchen und durchmuſtern.

Während der eine Teil der beteiligten Forſcher und ihre Gehilfen den Inhalt der Dredſche mittels Siebens und Waſchens bearbeiten, iſt ein anderer damit beſchäftigt, das Netz ſelbſt und die Tauquaſten zu unterſuchen und alle Organismen von ihnen abzuleſen, welcher Arbeit ſich die auf dem Titelbilde dargeſtellten Naturforſcher eifrig widmen.

Man hat nun noch verſchiedene andere Methoden des Siebens und modifizierte, dazu dienliche Inſtrumente, namentlich während der Fahrten des Blake in Anwendung gebracht. Das Wiegenſieb (cradle-sieve) iſt von Muldenform mit feiner Drahtwandung und wird ſeitlich am Schiffe über Bord gehängt, darauf wird auf den der Dredſche entnommenen Inhalt ein gelinder Waſſerſtrahl von der Schiffspumpe hergeleitet und in einigen Minuten iſt der Schlamm abgewaſchen. Ein anderes ſeit 1877 gebrauchtes Sieb dient zugleich zur Aufnahme des ganzen Inhalts der Grundnetze, wie ſonſt das Gefäß, in welches ſie entleert werden. Es iſt ein viereckiger Trog, in dem ein mit $^1/_{12}$zölligem Drahtgeflecht überzogener Rahmen befeſtigt iſt und der in einer Tafel eingeſetzt wird. Dieſe hat einen waſſerdicht hergeſtellten Boden von Zeug und an der Seite eine gleichfalls waſſerdichte Ausflußröhre, welche das Waſſer, das auf den Inhalt des Siebes dirigiert wird, zu den Speigaten leitet.

Die erbeuteten Objekte werden nun in verſchiedenen Konſervierungsflüſſigkeiten bewahrt, je nach ihrer Beſchaffenheit und je auch nach den Zwecken, wegen deren man ſie ſammelt: ob ſie in Muſeen aufgeſtellt oder der wiſſenſchaftlichen Unterſuchung mittels des Mikroſkops, chemiſcher Reagentien u. ſ. w. unterworfen werden ſollen.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Allgemeine Anpaſſungen der Tiere an die Tiefſee.

Der Aufenthalt in der Tiefſee, das Leben unter den dort herrſchenden Bedingungen, die Exiſtenz unter ſolchem Drucke, in ſo gering bewegtem Waſſer, bei derartig modifizierten Beleuchtungsverhältniſſen muß auf die dort lebenden Geſchöpfe in mehr wie einer Hinſicht in höherem oder geringerem Grade mächtig zurückwirken.

Den Druck in den tiefſten von Tieren bewohnten Teilen des Meeres würde wahrſcheinlich kein den oberſten Waſſerſchichten angehöriges Geſchöpf aushalten können, wenn es ihm plötzlich ausgeſetzt werden würde, obwohl zugegeben werden kann, daß manche ſehr weit hinab und herauf zu ſteigen vermögen. So hat man beobachtet, daß verwundete Walfiſche bis in Tiefen hinunterdrangen, in denen die an den Harpunen befeſtigten Holzteile in einer Weiſe zuſammengepreßt wurden, daß ſie ſpäter nicht mehr auf dem Waſſer ſchwammen, und auch von einigen Haifiſchen iſt es bekannt, daß ſie gewaltige Waſſerſchichten ohne Nachteil in vertikaler Richtung durchſchwimmen können. Dieſe Tiere verhalten ſich mithin etwa ſo, wie unter den Landtieren der Kondor, der ſich auch aus einer Höhe von 24000 Fuß in wenigen Minuten bis zur Oberfläche der Erde herablaſſen kann, — ein Weg, den wohl nur wenige Lebeweſen außer ihm ungeſtraft in ſo kurzer Zeit würden zurücklegen dürfen.

Eine Thatſache iſt es, daß faſt alle Tiere der Tiefſee tot, manche mehr oder weniger beſchädigt und zerriſſen an die Oberfläche des Meeres mittels der Grundnetze und Tauquaſten heraufbefördert werden. Den Fiſchen, übrigens auch den ſehr tief in den Alpenſeen hauſenden Formen, wie z. B. dem Kilche (Coregonus hiemalis), ſind oft die innern Organe zerriſſen, Teile der Speiſeröhre ſind zum Maule, Teile des Maſtdarms zum After herausgepreßt, die Augen ſind aus ihren Höhlen hervorgequollen, die Schuppen lockern ſich und fallen ab. Die Urſache dieſer Erſcheinung iſt, daß alle Flüſſigkeiten und Gaſe in dem Körper des Tieres und in ſeinen Höhlen urſprünglich unter dem gleichen Drucke ſtehen, wie das umgebende Seewaſſer. Wie dieſes zentripetal auf das

Digitized by Google

Tier preßt, ſo ſind jene beſtrebt, zentrifugal ſich auszudehnen und beide Kräfte halten ſich die Wage, ſodaß unter den normalen Verhältniſſen die feinſten und zarteſten Teilchen vollkommen erhalten bleiben. Kommt

Fig. 39. Ein Tiefſeefiſch (Scopelus s. Neoscopelus macrolepidotus) aus 1500 Meter Tiefe. Ein Teil der Speiſeröhre iſt herausgepreſst, die Augen ſind hervorgequollen, die Schuppen ſind gelockert und fallen teilweiſe ab.

nun das Tier in Waſſerſchichten mit viel geringerem Drucke, dann findet die expanſiv wirkende Kraft in ſeinem Körperinnern nicht mehr den nötigen äußern Widerſtand, das Gleichgewicht wird geſtört und der notwendige Erfolg wird Zerreißung und Zerpreſſung ſein, umſomehr, je

Digitized by Google

größere gashaltige Körperhöhlungen etwa mit im Spiele sind. Die Leiber von Fischen mit Schwimmblasen sind den zerstörenden Einflüssen des verminderten äußern und des daher vermehrten innern Druckes weit mehr ausgesetzt, als die solcher ohne jenen hydrostatischen Apparat.

Über den Kilch bemerkt der große Naturforscher Karl Theodor von Siebold: „In einer Tiefe von 40 Klaftern haben die Kilche (im Bodensee) und ihre mit Luft gefüllte Schwimmblase einen Druck von ungefähr $7\frac{1}{2}$ Atmosphären auszuhalten. Werden diese Fische nun aus ihrem natürlichen Aufenthaltsorte herauf an die Wasseroberfläche gebracht, wo der Druck von nur 1 Atmosphäre von außen auf sie einwirkt, so wird die in ihrer Schwimmblase eingeschlossene Luft, welche bisher unter einem Drucke von $7\frac{1}{2}$ Atmosphären gestanden hat, bei dem Heraufziehen der gefangenen Fische allmählich eine Druckverminderung um $6\frac{1}{2}$ Atmosphären erleiden und sich in gleichem Verhältnisse ausdehnen .... sodaß der baldige Tod eines solchen trommelsüchtig gewordenen Fisches unausbleiblich erfolgen muß". Es scheint übrigens der Kilch im Ammersee, den er auch noch bewohnt, nach desselben ausgezeichneten Forschers Bemerkung zarter gebaut zu sein als der im Bodensee (vielleicht kommt er dort auch in größeren Tiefen vor als hier?), da bei ihm, wenn er aus dem Wasser gezogen wird, die Schwimmblase in der Regel mit einem Knalle berstet.

Vom Fange des Kilchs giebt v. Siebold eine hochinteressante Schilderung, die hier mitzuteilen ich mir um so weniger versagen kann, als sie dem Laienpublikum und wohl auch den Liebhabern des edlen Fischsports ziemlich unbekannt sein dürfte.

„Endlich" fährt mein Gewährsmann, nachdem er die Vorbereitung zum Fang und das Versenken des Netzes beschrieben hat, fort, „konnte auch das Netz aus dem Wasser gehoben werden, aber noch wurde meine Erwartung auf die Probe gestellt, bis zuletzt das Ende des langen Netzes, der eigentliche Sack mit seinem Inhalte zum Vorschein kam. Dieser leuchtete mir schon aus der Tiefe als weißglänzende Körper entgegen, welche sich nach und nach immer deutlicher als dick aufgeschwollene Kilche zu erkennen gaben, und recht eigentlich den Namen Kropfelchen verdienten. Der Zug war übrigens sehr befriedigend ausgefallen,

Digitized by Google

nahe an 40 Kilche waren in das Netz gegangen. Sämtliche hatten einen ballonförmig aufgetriebenen Bauch und hingen mit dem Rücken nach unten an der Oberfläche des Waſſers. Aus ihrer Mattigkeit und aus ihrem vergeblichen Beſtreben, in die Tiefe des Waſſers niederzutauchen' entnahm ich, daß ſich dieſe Kilche in einem ganz unnatürlichen und höchſt unbehaglichen Zuſtande befanden. Da dieſelben nach kurzer Zeit dem Tode nahe waren, ließ ich ſogleich an einigen derſelben, um ſie vom ſchnellen Tode zu erretten, die von den Fiſchern Stupfen genannte Operation ausführen. Ich überzeugte mich dabei, daß dieſelben ein zugeſpitztes Holzſtäbchen durch die Öffnung, welche ſich bei dieſem Fiſche, wie bei allen lachsartigen, dicht hinter dem After befindet, ſehr vorſichtig in die Bauchhöhle einſchoben und demſelben eine Wendung nach vorn gaben, wodurch die Schwimmblaſe angeſtochen werden mußte. Nach dem Herausziehen des Holzſtäbchens ſtrömte ſogleich die Luft der verletzten Schwimmblaſe mit einem pfeifenden Ton aus der Bauchhöhle nach außen. Die geſtupften Kilche erhielten unter allmählichem Zuſammenziehen ihrer Bauchwandungen die gewöhnliche Renkengeſtalt wieder und ſchwammen, in ihren Waſſerbehälter zurückverſetzt, in demſelben munter und wie jeder geſunde Fiſch mit nach oben gerichtetem Rücken umher". Es waren bei dieſem Fiſchzug auch einige Barſche mitgefangen worden, deren weniger elaſtiſche Schwimmblaſe geplatzt war und die dabei in die Bauchhöhle geratene Luft, der die feſten Bauchwände genügenden Widerſtand leiſteten, hatte von innen her den Magen aus der Bauchhöhle hinausgedrängt und in die nachgiebige Rachenhöhle hineingeſtülpt, wie das ähnlich auch dem Scopelus macrolepidotus in Fig. 39 wiederfahren iſt.

Auch wir Menſchen und die Tierwelt um uns leben auf dem Boden eines Ozeans, auf dem Grunde eines Luftmeeres. Die in den Höhlungen unſeres Körpers und in den feinſten Lücken unſerer Gewebe enthaltenen Gaſe ſtehen unter demſelben Drucke wie die uns umgebende Luft, auch hier halten ſich zwei gegeneinander wirkende Kräfte das Gleichgewicht. Beſteigen wir hohe Berge, oder heben uns mit dem Luftballon in bedeutende Höhen, ſo befällt uns die von manchen allerdings geleugnete Bergkrankheit, das Mal di Puna der Südamerikaner: unſere Atmung

Digitized by Google

wird erſchwert, der Kopf ſchmerzt, in den Ohren ſauſt es, die Augen brennen, Blut dringt aus Lungen, Naſe, Augen, — mit andern Worten, die zentrifugal wirkende Kraft der Gaſe in uns hat (abgeſehen von den Folgen einer ungenügenden Menge von Sauerſtoff) die Übermacht über die zentripetal wirkende Kraft der verdünnten Luft um uns gewonnen und werden wir etwa durch den mehr und mehr ſteigenden Luftballon gegen unſern Willen in höhere und immer höhere Luftſchichten getragen, ſo wird die Sache ſchließlich für uns, wie für den an die Oberfläche gebrachten Tiefſeefiſch, einen tötlichen Ausgang nehmen.

Den Fiſchen des tiefen Meeres kann unter ſolchen Umſtänden der Beſitz einer Schwimmblaſe verhängnisvoll werden. Viele Fiſche ſteigen und ſinken mittels ihrer Schwimmblaſe: wollen ſie ſteigen, ſo erweitern ſie dieſelbe, ſodaß das in ihr enthaltene Gas ſich ausdehnen kann, der Fiſch vergrößert mit andern Worten ſein Volumen ohne ſein Gewicht zu vermehren, d. h. er wird relativ leichter und umgekehrt, — will er ſinken, ſo preßt er mit der Schwimmblaſe die Gaſe in ihr zuſammen, das Volumen wird ohne Gewichtsabnahme geringer, das Tier daher relativ ſchwerer. Nun geſchieht es manchmal, daß ein Fiſch in der Hitze des Verfolgens oder des Verfolgtwerdens in Waſſerſchichten mit ſo verringertem Drucke gerät, daß er nicht mehr mit ſeiner Muskelkraft die Kraft des ſich ausdehnenden Gaſes in ſeiner Schwimmblaſe überwinden kann, — dann wird er, er mag beginnen was er will, immer höher hinauf und in ſein ſicheres Verderben getrieben. Nur ein etwaiges Anſtechen der Schwimmblaſe und ein dadurch bewirktes Entweichen des in ihr enthaltenen Gaſes könnte ihn allenfalls noch erretten. Von welcher Art iſt aber das Gas in den Schwimmblaſen von Tiefſeefiſchen? — Nach mehreren Unterſuchungen ſoll es in denen der Flußfiſche Kohlenſäure ſein. Wenn es ſich ſo auch bei jenen verhält, dann iſt die Kohlenſäure hier kein Gas mehr, ſondern eine Flüſſigkeit, da ſie ja ſchon unter einem Druck von 36 Atmoſphären bei 0° in den flüſſigen Aggregatzuſtand übergeht. Nach Biot und de la Roche wäre aber die Luft in der Schwimmblaſe ein Gemiſch von Kohlenſäure, Stick- und hauptſächlich Sauerſtoff, der proportional der Tiefe des Vorkommens eines Fiſches bis zu 94% des Gemenges zunähme.

Digitized by Google

Weniger als die Körper der Fiſche leiden die anderer Tiere unter dem Einfluſſe des plötzlichen Überganges in viel weniger dichtes Waſſer. Die Geſchöpfe ſterben zwar meiſtens auch, aber entweder iſt das Material ihrer Gewebe zu feſt oder zu nachgiebig, als daß die Expanſivkraft der innern Flüſſigkeiten und Gaſe dieſelben zerreißen könnte, oder die Körperhöhlungen ſtehen in offener Kommunikation mit dem umgebenden Seewaſſer.

Man hat neuerdings den Einfluß erhöhten Drucks auf Organismen experimentell zu unterſuchen angefangen. Schon 1878 hatte der berühmte franzöſiſche Phyſiolog Paul Bert, Unterrichtsminiſter im Miniſterium Gambetta, bei Gelegenheit anderer Unterſuchungen beiläufig nachgewieſen, daß junge Aale, wenn ſie einem Druck von 15 Atmoſphären ausgeſetzt waren, abſtanden, ja daß ſie nicht einmal einen ſolchen von 7 Atmoſphären auf die Dauer auszuhalten vermochten. Später experimentierte ein anderer franzöſiſcher Forſcher, Regnard, bloß um das Verhalten von Organismen gegen hohen Druck zu unterſuchen. Er ſah, daß Mollusken und Blutegel bei einem Druck von 600 Atmoſphären (einer Tiefe von 3900 Faden oder von 7132 Metern entſprechend) lethargiſch wurden. Ein Fiſch ohne Schwimmblaſe konnte ohne Schaden einem Druck von 100 Atm. (entſp. 650 Faden) ausgeſetzt werden, bei 200 Atm. (entſp. 1300 Faden) wurde er torpid und bei 300 Atm. (entſp. zirka 2000 Faden) ſtand er ab.

Regnard verband nun die mit entſprechend ſtarken Glastafeln verſehene Kammer, in welcher die Tiere in dem Inſtrumente den hohen Druckverhältniſſen ausgeſetzt wurden, derart mit einem photoelektriſchen Mikroſkope, daß er ihr Bild auf einen Schirm auffangen konnte und experimentierte mit kleinen Krebſen (Copepoden etc.). Bei einem Drucke von 200 Atm. zeigten ſie Unruhe, bei 300 ſanken ſie zappelnd zu Boden und bei 600 waren ſie bewegungslos und ſtarr, erholten ſich aber nach einer Viertelſtunde unter normalen Bedingungen wieder. Es ſcheint, daß die leichtern Zufälle, an denen die Tiere noch nicht unmittelbar zu Grunde gehen, vom zentralen Nervenſyſtem ausgehen; nach ſehr anhaltendem, von tötlichem Ausgange begleiteten Drucke indeſſen trat

Digitized by Google

auch eine merkwürdige Veränderung in den Geweben ein, indem nämlich die feſtern mit den flüſſigen imprägniert wurden.

Ein Ding darf freilich nicht überſehen werden, daß nämlich bei jenen Experimenten dem Waſſer, in welchem ſich innerhalb der Kammer die Tiere befanden, kein Sauerſtoff zugeführt werden konnte, mithin wurde der von Anfang an darin vorhanden geweſene nach und nach verbraucht und es können vielleicht wohl ein Teil der erwähnten, an Tieren unter hohem Drucke beobachtete Erſcheinungen auf Atemnot zurückgeführt werden. Bei der Beurteilung des Verhaltens der Tiefſeetiere unter der ſtarken, an ihrem Aufenthaltsorte auf ſie einwirkenden Belaſtung müſſen wir auch nicht vergeſſen, daß die Geſchöpfe ſich jedenfalls ſehr ſucceſſive an denſelben gewöhnt haben werden, manche allerdings gewiß während ihres eignen Daſeins, — denn eine Reihe von Tiefſeefiſchen leben z. B. in der Jugend an der Oberfläche des Meeres, — andere aber im Laufe vieler Generationen.

Man könnte nun vermuten, daß infolge der größern durch den Druck veranlaßten Dichte des Waſſers der Tiefſee die Bewegungen, namentlich das Schwimmen in demſelben den dort wohnenden Tieren viel Anſtrengung und große Muskelarbeit bereiten müßten. Aber ein in (nicht auf!) dem Waſſer ſchwimmendes Tier hat faſt dasſelbe ſpezifiſche Gewicht wie das es umgebende Medium und nur für ein Tier aus oberflächlichem Waſſer würde die Ortsbewegung in der Tiefe mit größerer Mühe verbunden ſein, da es aus weniger dichtem, folglich leichterem Waſſer, dem ſein eignes Körpergewicht entſpricht, in dichteres, folglich ſchwereres gekommen wäre.

Den einmal an ein Tiefſeeleben angepaßten Geſchöpfen erwächſt ſicher aus der größeren Dichte des Waſſers keine größere Unbequemlichkeit, denn ihre Muskeln und andere ihrer Bewegungsorgane ſind nicht ſtärker entwickelt als bei den oberflächlich lebenden, — im Gegenteil öfters eher ſchwächer, denn ſie haben bei ihren Bewegungen nicht mit einem andern Faktor zu rechnen, der bei Oberflächen- und Küſtentieren gar ſehr in Betracht kommt, nämlich mit ſtarker Bewegung des Waſſers, ſei es, daß dieſe durch Wellenſchlag oder Strömungen bedingt iſt. Dieſer Mangel an Bewegung in der Tiefſee iſt auch von einem

Digitized by Google

gewiſſen Einfluß auf die Geſtaltung der dort befindlichen feſtgewachſenen Tiere. Korallen, mehr noch die ſchmiegſameren Schwämme werden betreffs ihrer Körperform gar ſehr durch das bewegte Waſſer beeinflußt.

Ich habe augenblicklich 8 Spezies von Horn- und Kieſelſchwämmen in 13 Exemplaren vor mir liegen, welche ich durch die Freundlichkeit eines Kaufmanns hieſiger Stadt erhielt. Sie ſtammen von einer Lokalität an der Küſte der weſtindiſchen Inſel Barbados aus ſehr ſtark bewegtem Waſſer in unmittelbarer Nähe der Oberfläche und alle zeigen in ſonderbarer Weiſe den Einfluß desſelben. Es ſind teils einzelne Individuen, teils Stöcke oder Kolonien. Bei den erſtern iſt infolge der Richtung des anhaltenden, in gleicher Richtung wirkenden Druckes des ſtrömenden Waſſers die urſprünglich runde Form des Magendurchſchnitts und Mundes in eine ganz langgeſtreckte ovale übergegangen, ſodaß die Breite des Mundes ſich zu ſeiner, in der Bewegungsrichtung des Waſſers befindlich geweſenen Länge wie 6 zu 12 (bei jüngern Individuen) bis wie 9 zu 57 (bei alten derſelben Art) verhält. Die Kolonien haben nicht, wie ſonſt gewöhnlich die derſelben Spezies, eine rundliche Geſtalt und nach allen Seiten hin gerichtete Mundöffnungen, ſondern ſie ſind langgeſtreckt, infolge des anhaltend in derſelben Richtung auf ſie ausgeübten Druckes der Strömung und die Mundöffnungen ſtehen in einer Linie neben einander, ſodaß einige dieſer Schwämme entfernt an die Panflöten des Altertums erinnern. Dem gegenüber läßt ſich feſtſtellen, daß die meiſten Spongien der Tiefſee, ſogar Arten ſolcher Gattungen, die in weniger tiefem Waſſer mannigfach verzweigt und verknäult großen individuellen Schwankungen in der Leibesform unterworfen ſind, auffallend regelmäßige Geſtalten zeigen und daß die Exemplare einander alle ſehr ähnlich ſehen.

Auch die koloſſale Entwicklung des ganzen Extremitätenapparates gewiſſer Krebsformen der Tiefſee und die überaus langen und zarten Borſten, mit denen derſelbe häufig beſetzt iſt, ſo wie die entſprechende bedeutende Verlängerung einzelner Floſſenſtrahlen bei gewiſſen abyſſiſchen Fiſcharten läßt ſich mit einer einigermaßen anſehnlichen Bewegung des Waſſers nicht in Einklang bringen. Es iſt ſo wie Moſeley bemerkt: „Alles in allem muß die Tiefſee, kalt, dunkel, ſtill wie ſie iſt,

Digitized by Google

die einförmigſte Wohnſtätte ſein, die man ſich denken kann". Nur, können wir hinzufügen, das uralte Thema vom Freſſen und Gefreſſenwerden bringt etwas dramatiſche Abwechſelung auch auf dieſe eintönige Lebensbühne! — Es iſt aber trotzdem ein verwegenes, mir unverſtändliches Wort von Gwyn Jeffreys, daß die wirbelloſen Seetiere keine Gelegenheit zum Kampf ums Daſein hätten! Iſt nicht ihre ganze Organiſation, ihr Aufenthaltsort und ihre Lebensweiſe das Reſultat eines fortgeſetzten Kampfes ums Daſein?

Die ſonderbarſte Erſcheinung in der Organiſation der Tiefſeetiere liegt in dem Verhalten ihrer Sehorgane. Dasſelbe würde weniger ſonderbar erſcheinen, wenn alle in dieſer Beziehung über einen Leiſten geſchlagen, wenn entweder alle blind oder alle ſehend wären, ſo kommen aber beiderlei Formen nebeneinander vor.

Augen ſind die höchſten Sinnesorgane, man könnte ſie die Blüten des Nervenſyſtems nennen. Nur unter dem Einfluſſe von Licht konnten ſich Teile des allgemeinen Empfindungsapparats zu Augen ſpezifizieren. Leydig ſagt einmal: „Aus Taſtapparaten gehen durch vollkommenere Apparate die ſpezifiſchen Sinne hervor; am Blutegel z. B. ſcheint das Auge nur eine höhere Stufe der becherförmigen Taſtorgane darzuſtellen. Die Taſtempfindung iſt die allgemeinſte, gleichſam die unterſte Sinnesempfindung". In der Regel ſehen wir, daß die Augen am Kopfe der Tiere befindlich ſind, aber es wäre voreilig, wenn wir daraus ſchließen wollten, daß etwa zwiſchen unſerem Auge und dem der Schnecken oder Inſekten ein genetiſcher Zuſammenhang wäre, daß wir und jene Tiere dieſe Sinnesorgane in ihrer Anlage als Augen etwa von gemeinſamen, weit, weit zurückliegenden Ahnen ererbt hätten. Dem iſt nicht ſo. Alle Organe, alſo auch alle Orientierungsapparate, entwickeln ſich am tieriſchen Körper an der Stelle, wo ſie den meiſten Schutz finden oder wo ihre Gegenwart am notwendigſten iſt. Für Orientierungsapparate wird das letztere meiſtens in der Nähe des Mundes ſtattfinden, denn durch deſſen Lage wird in der Regel die Hauptbewegungsrichtung eines Geſchöpfes beſtimmt, es geht nicht ſowohl „der Naſe" als dem Munde nach! Eine weitere Folge der Anſammlung der höheren Sinnesorgane in der Nähe des Mundpoles eines Tieres iſt die, daß ſich hier dann

Digitized by Google

auch der am meiſten und am verſchiedenartigſten beſchäftigte Teil des zentralen Nervenſyſtems als Gehirn entwickeln kann.

Nicht immer indeſſen iſt die Nähe des Mundes der beſte Platz für die Entwicklung von Augen, es können ſehr wohl andere Körperſtellen geeigneter ſein. Es giebt Tiere, welche ihre Nahrung nicht ſuchen und doch Augen haben. Das ſind ſolche, welche eine nahezu ſitzende Lebensweiſe führen: Raupen, Spinnen, manche Mollusken u. ſ. w. und in der Regel iſt es die Aufgabe dieſer dann auch gering entwickelten Geſichtsorgane bloß hell und dunkel zu unterſcheiden, oder die Annäherung irgend eines Gegenſtandes wahrzunehmen. In dieſen Fällen ſehen wir häufig genug, daß die Augen auch nicht am Kopfe entwickelt ſind: bei vielen Muſcheln, die es überhaupt nicht zum Beſitze eines beſondern Kopfes gebracht haben, befinden ſie ſich am Rande des Mantels, bei der Schnecke Onchidium und bei den Käferſchnecken (Chiton) auf dem Rücken, bei den letztern ſind ſie ſogar in den Schalen eingebettet, und manche Würmer tragen ſie an den Seiten des ganzen Körpers.

Wie die Sehorgane ſich aus dem allgemeinen Taſtapparat durch den unmittelbar und thatkräftig einwirkenden Einfluß des Lichtes entwickeln, ſo werden ſie auch in anderer, teilweiſe negativer Weiſe beeinflußt: tritt Lichtmangel ein, ſo vergrößern ſie ſich, um von den wenigen vorhandenen Strahlen möglichſt viele zu erhaſchen. Hauſen die Tiere an Stellen, welche dem Lichte völlig entzogen ſind, ſo verlieren ſie ihre Augen, ſie werden blind und oft genug ſehen wir, wie in beiden Fällen, bei mangelhaftem und fehlendem Sehvermögen, der Ur- und Univerſalſinn, das Getaſt wieder zu ſtellvertretender Thätigkeit gelangt. Bei den Dämmerungstieren (das ſind auch die gemeinlich als „Nachttiere“ bezeichneten Geſchöpfe) und Höhlentieren haben die einen große weitpupillige, die andern reduzierte verkümmerte Augen, wenn ſie ihnen nicht, was ſich meiſtens ſo verhält, völlig fehlen. In dem letztern Falle finden ſich dann in der Regel hochentwickelte Taſtorgane in der Geſtalt nervenreicher Warzen mit Borſten oder Haaren, oft ſogar an derſelben Körperſtelle, wo bei den im Lichte des Tages ſich tummelnden Verwandten die Augen angetroffen werden.

Digitized by Google

An einer andern Stelle*) habe ich über die Organiſationsverhältniſſe der Höhlentiere gehandelt und dort das Folgende bemerkt: „Im vordern Teile der Höhlen finden ſich eigene kleine Laufkäferarten (aus den Geſchlechtern Trechus und Bythinus), bei denen das Auge nur 60–80 Facetten aufweiſt, während dieſelben bei ihren oberirdiſchen Verwandten zu Hunderten in jedem Auge ſich finden. In Grottenteilen, wohin im Sommer nur von 11—12 Uhr dürftige Lichtmengen nicht von oben, ſondern von der Seite her dringen, entdeckte Joſeph ein merkwürdiges Spinnentier aus der Familie der Weberknechte oder der Wandkanker (Siro duricornis). Bei den oberirdiſchen Verwandten befinden ſich die Augen auf der Mitte des Rückens, bei dieſer Grottenform ſind ſie auf die Seiten des Körpers gerückt und liegen nicht flach, ſondern ſtehen auf kegelförmigen Höckern: das Tier ſieht von der Seite und bewegt ſich auch in einer ſeitlichen Richtung behende. Je tiefer wir nun eindringen in die Höhlen, deſto mehr ſchwinden bei den Bewohnern die Augen, wenn wir auch zunächſt noch leicht beobachten können, daß ſie einſt vorhanden waren. Unſere Flußkrebſe haben, wie die nordamerikaniſchen geſtielte Augen, aber ihre Nachkommen in den Krainer und Kentuckyer Höhlen (Cambarus stygius und pellucidus) haben wohl noch den Stiel, aber keine Facetten des Auges mehr. Am Reſte des Sehorgans der ſüdöſterreichiſchen Dunkelform fehlen am freien Ende des Ophthalmophors, des Augenſtiels alle lichtbrechenden und empfindenden Elemente. Es iſt von einer undurchſichtigen Chitinhaut überdeckt und der Augapfel ſelbſt von einer derben, bindegewebigen, fettreichen Maſſe erfüllt, ſowie auch durch den Augenſtiel ein Bindegewebsſtrang ſich zum oberen Teile der Gehirnmaſſe als entarteter Sehnerv hinzieht. Bei dem im Grundwaſſer über einen großen Teil Europas verbreiteten blinden Süßwaſſerflohkrebſe (Gammarus puteanus), welcher ſich überall in tiefen Brunnen von Sylt und Helgoland bis Venedig, in Höhlen und Grotten und in den Tiefen der großen Seen wiederfindet, ſah der berühmte Mikroſkopiker Leydig wohl, wie bei ſeinem nächſten Verwandten, dem gemeinen Bachflohkrebſe (Gammarus pulex), ein

*) Marshall, W., Spaziergänge eines Naturforſchers. Leipzig 1888, p. 296.

Digitized by Google

Augenganglion, das ſich auch gegen die Stelle, wo bei der verwandten oberirdiſchen Form das Sehorgan liegt, hinwölbte, aber niemals vermochte er ein wirkliches Facettenauge mit Pigment und einer Sonderung in Kryſtallkegel zu bemerken. Aber Schneider fand in einer Tiefe von 2000 Fuß unter der Erdoberfläche in dem Sammelwaſſer der Klausthaler Bergwerke einen Flohkrebs, der ganz weiß, jedoch mit großen Augen ausgeſtattet war. Nach Joſeph iſt eine nahe verwandte Art, vielleicht nur eine Varietät dieſes ſehr variabeln Dunkelamphipoden (Gammarus s. Niphargus stygius) in den Grotten Krains weit verbreitet und ſind unter denen, welche in den Waſſerbaſſins der vorderen halbdunkeln Räume hauſen, immer einzelne Individuen vorhanden, bei denen das Auge deutliche Hornhautfacetten, Kryſtallkegel, Sehſtäbchen und nervöſe Elemente, aber in geringer Zahl und mit wenig Pigment aufweiſt".

Man ſollte nun meinen, bei den Seetieren würde das Sehorgan immer in dem Maße reduziert, wie ſie ſich in die Tiefe verbreiten, daß alſo auf Tagtiere der oberflächlichen Waſſerſchichten Dämmerungstiere verſchiedenen Grades in den mittleren und auf oder nahe an dem Boden, entſprechend den Bewohnern tiefſter Höhlenteile, Blindtiere folgen würden. Das kann in der That der Fall ſein, ja ſogar ein und dieſelbe Art kann je nach der Tiefe betreffs ihrer Augen verſchieden organiſiert ſein.

Das wohlbekannte Beiſpiel betrifft eine Krabbe (Ethusa granulata, Fig. 40), die im flachen Waſſer gut entwickelte Augen hat, während Exemplare aus 110 bis 370 Faden Tiefe zwar noch Augenſtiele beſitzen, aber offenbar ihr Sehvermögen eingebüßt haben, indem an Stelle der Augen am Ende der noch beweglichen Stiele ſich kalkige Anſchwellungen befinden und bei Individuen aus 500 bis 700 Faden haben die Augenſtiele ſelbſt ihre Beweglichkeit eingebüßt und ſind zu einem ſekundären Stirnſtachel verſchmolzen, während der urſprüngliche obliterierte.

Aber ſo, man möchte ſagen „programmäßig", verläuft die Sache durchaus nicht immer. Oft genug finden ſich großäugige Dämmerungsformen neben den völlig blinden Tiefſeebewohnern, eine Erſcheinung, die nicht ſo ganz leicht zu erklären iſt, denn offenbar haben die Tiere

Digitized by Google

auf dieſelben Zuſtände in diametral entgegengeſetzter Weiſe reagiert. Was iſt die Urſache dieſer höchſt auffallenden und befremdenden Thatſache? Vielleicht, daß mehrere zuſammenwirken. Der vorher ſchon angeführte Schneider, ein Forſcher, welcher ſich das Studium der Organismenwelt der Bergwerke zur Aufgabe geſtellt hat, ſpricht, bei Mitteilung ſeiner erwähnten Entdeckung einer großäugigen Amphipodenform in den Waſſern der tiefſten Tiefen der Klausthaler Bergwerke, die Vermutung aus, daß die Zunahme von Sehorganen an Umfang und

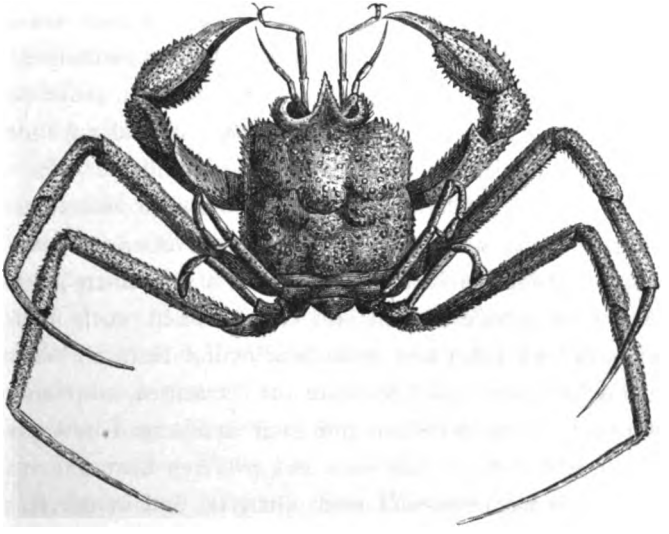


Fig. 40. Ethusa granulata, blinde Form, aber noch mit dem urſprünglichen Stirnſtachel, aus 800 Meter Tiefe.

Pigmentreichtum vielleicht die erſte Stufe der Umbildung und negativen Anpaſſung an ſolche Verhältniſſe, wie ſie in abſolut dunklen Räumen herrſchen, darſtellen könnte. Dieſe Idee ſieht auf dem erſten Augenblicke paradoxer aus, als ſie in Wahrheit iſt.

Wir müſſen aus gewiſſen, im nächſten Kapitel näher zu erörternden Gründen, annehmen, daß ſich die ganze Tiefſeefauna im Laufe der Zeiten nach und nach aus oberflächlich lebenden Tieren rekrutiert hat, — alle Veränderungen und alle Beſonderheiten, welche uns die abyſſiſchen Formen zeigen, ſind die Reſultate umbildender Neuanpaſſung. Bevor dieſe Tiere,

Digitized by Google

auch wenn ſie Grundformen waren, die dunkelſten und tiefſten Tiefen erreichten, mußten ſie, und öfters vielleicht zahlreiche Generationen hinter einander, die Dämmerungsſchichten, in denen doch auch an vielen Stellen der Ozeane der Meeresboden liegen wird, durchmachen. Je lichtärmer dieſe Schichten wurden, deſto mehr vergrößerten ſich die Sehorgane, wie wir das genau auch bei den landbewohnenden Dämmerungstieren verfolgen können, die um ſo großäugiger werden, je ausſchließlicher ſie ſich an die Stunden der tiefſten Nacht angepaßt haben: die mehr abendlich fliegenden Fledermäuſe, einige Katzen auf der einen und manche tiefnächtliche Eulen, die Loris und der abenteuerliche Koboldmaki auf der andern Seite ſind ſehr lehrreiche Beiſpiele! Setzen wir nun den Fall, ein ſolches großäugiges Dämmerungstier des tieferen Meeres kam endlich nach langer Zeit in die (einmal angenommenen!) abſolut dunkeln Schichten, ſo iſt es ſehr leicht möglich, daß das Auge die Tendenz der Vergrößerung, welche es während zahlreicher Generationen gehabt hatte, durch eine Art Beharrungsvermögen gewiſſermaßen und infolge geſteigerten Lichtbedürfniſſes bis auf einen gewiſſen Grad und durch eine gewiſſe Anzahl von Generationen noch fortſetzte, bis nach und nach Reduktion und endlich Schwund eintrat. Wenn wir die Tiefſeetiere von dieſem Geſichtspunkte aus betrachten, könnten wir ſagen: hier ſind gewiſſe Formen mit ſo und ſo großen Augen und das ſind die neueſten hier lebenden, — hier dieſe mit größeren Sehorganen ſind älter, dieſe wieder mit kleineren ſind noch älter, ſie ſind in der Rückbildung begriffen und dieſe älteſten endlich ſind ganz blind.

Eine andere Möglichkeit iſt folgende: auf dem Boden, auf den tiefſten Stellen der Ozeane herrſcht keine abſolute Finſternis, es findet ſich vielmehr ein mattes Licht (gleichgiltig ob dasſelbe in der Sonne oder in der Phosphorescenz ſeine Quelle hat!). Die einen Tiere haben ſich poſitiv an dieſe matte Dämmerung angepaßt, ihre Augen haben ſich vergröſsert, andere haben in einer negativen Art auf die Verhältniſſe reagiert, ihre Augen verſchwanden, aber das konnten ſie thun, weil ſich vikarirend eingreifende andere Sinnesorgane in entſprechend aufſteigender Linie entwickelt hatten, oder aber weil die betreffenden Geſchöpfe bei geringer Beweglichkeit und leicht erlangbarer Nahrung der

Digitized by Google

Augen wenig oder nicht bedurften. Es ſcheint mir wirklich, daß zwiſchen dem aus dem Baue erſchließbaren Grade der Hurtigkeit der Tiefſeetiere und dem Grade ihrer Augenentwicklung ein innerer Zuſammenhang ſtattfindet. Sicher iſt das häufig der Fall zwiſchen Blindheit und geſteigerter Entfaltung anderer Sinnesorgane. M. O. Grimm hat in dieſer Hinſicht intereſſante Beobachtungen während ſeiner Unterſuchungen der Fauna des kaſpiſchen Meeres, wo es kein Meeresleuchten giebt, gemacht. Von den in ſeiner Tiefe, die ſtellenweiſe doch 1000 m beträgt, ſich aufhaltenden Tieren haben einige Augen, andere ſind blind. So beſitzen die dort heimiſchen Arten der Krebsgattungen Myſis, Baekia und Gammaracanthus Sehorgane, die anderen, welche dafür höher entwickelte andere Sinnesorgane haben, fehlen. Während der blinde, frei umherſchwimmende, Niphargus caspius an ſeinen Antennen gut entwickelte Organe des Geruchs und Getaſtes beſitzt, hat ein nach Maulwurfsart im Bodenſchlamm wühlender Onesimus bloß die letzteren.

Die offenbaren Veränderungen, welche die Sehorgane der Tiere in der Dämmerung und abſoluten Nacht, ſei es auf der Oberwelt, in Höhlen oder in der Tiefſee erleiden, machen Leuten, denen jeder Gedanke einer Anpaſſungsfähigkeit und Veränderlichkeit der Organismen ein Greuel iſt, ſchwere Kopfſchmerzen. Hat man ſich doch, um nur ja der Lehre Darwins keine Konzeſſion machen zu müſſen, zu der geradezu unglaublichen Behauptung verſtiegen, daß die blinden Tiere der Tiefſee nicht als rückgebildete Nachkommen ſehender Vorfahren betrachtet werden dürften. Für beiderlei Arten von Blindtieren, ſowohl für die des Meeresgrundes, wie für die der Höhlen, ſcheine es vielmehr ſehr wahrſcheinlich, daß ſie die Nachkommen augenloſer Vorfahren ſeien!!! — Schon Agaſſiz (wohlbemerkt, der Vater!) für den doch die Unveränderlichkeit der Arten eine feſtſtehende Thatſache war, hat vor mehr wie 40 Jahren einmal bemerkt, daß, wenn es überhaupt möglich ſei, daß äußere Umſtände ein organiſiertes Weſen zu verändern vermöchten, ſo könnte das allenfalls durch die Umſtände geſchehen, die im Innern der Höhlen herrſchten.

Wie die häufige Gegenwart vergrößerter Augen für die Möglichkeit ſpricht, daß auf dem Boden des tiefen Meeres eine gewiſſe

Digitized by Google

Dämmerung herrſcht, ſo können wir dieſe vielleicht auch aus den Färbungen der dort befindlichen Tiere ſchließen. Nicht alle Tiefſeetiere ſind bunt, manche zeigen, wie die Höhlenbewohner nur die natürliche Farbe des ihre Körperhülle bildenden Stoffes, andere Fiſche ſind dunkelbraun bis ſchwarz, ſie werden wie Schatten kaum bemerkbar durch die unbeſtimmt und ſchwach beleuchteten Waſſer huſchen, andere und, wie es ſcheint, die Mehrzahl ſind lebhaft rot und purpurn gefärbt, alſo, wie Verrill erwähntermaßen hervorhebt, komplementär zu der Farbe des mutmaßlich dort unten herrſchenden Lichts, — das günſtigſte Kolorit neben dem ſchwarzen die Tiere wenig auffällig zu machen. Lebhaft blaue, grüne, gelbe Tiefſeetiere ſind mit wenig Ausnahmen nicht bekannt, auch nicht buntgeſtreifte, gefleckte oder punktierte und faſt immer iſt bei den ſchwimmenden Formen die Rücken- und Bauchſeite gleichgefärbt.

Phosphoreszenz iſt bei den Bewohnern des tiefen Meeres, wie ſcheint, eine weitverbreitete Erſcheinung und ſie mag eine verſchiedene Bedeutung haben. Einmal kann ſie beweglichen Tieren ein Mittel ſein, ihre Wege gewiſſermaßen mit der Laterne zu finden, ein andermal dient ſie vielleicht zum Anlocken von Beutetieren oder aber ſie wirkt ähnlich wie die ſog. Schreckfarben, indem ſie einem ungenießbaren, übelſchmeckenden oder giftigen Tiere als Warnungsmittel gegen etwaige räuberiſche Mitbürger dient, denen ſo ein kräftiges „Noli me tangere“ zugerufen wird.

Eine andere intereſſante aber gleichfalls ſchwierig zu löſende Frage aus dem Leben der Tiefſeetiere beſchäftigt ſich mit den Verhältniſſen, unter denen ſich wahrſcheinlich ihr Stoffwechſel vollzieht. Die Bedingungen, welche für ihre Atmung maßgebend ſind, weichen nicht erheblich von denen an der Oberfläche vorhandenen ab, denn wir ſahen, daß die Menge des im Tiefſeewaſſer ſuspendierten Sauerſtoffes bedeutend genug iſt, den Tieren einen mindeſtens eben ſo günſtigen Gasaustauſch, wie denen im ſüßen Waſſer zu gewähren, aber, — wie wird es mit der Ernährung? wo ſuchen wir die Erſtlingslieferanten, die im ſtande ſind anorganiſche Subſtanz in organiſche umzuſetzen, auf denen alſo die Möglichkeit des Lebens in der Tiefe des Ozeans beruht?

Lebende Pflanzen finden ſich, wie wir ſchon hervorzuheben Gelegen-

Digitized by Google

heit hatten, nur in ſo verſchwindend kleinen Mengen in der Tiefſee, daß die Rolle, die ſie hier als Vermittlerinnen des Stoffwechſels ſpielen, unbedingt gleich Null geſetzt werden kann. Wallich hat die Vermutung ausgeſprochen, daß gewiſſe Tierformen im ſtande ſeien, Waſſer, Kohlenſäureanhydrat und Ammoniak zu zerlegen und ihre Elemente ohne den Einfluß von Licht wieder in organiſche Verbindungen überzuführen. Wenn wir freilich auch zu der Annahme genötigt ſind, daß jene älteſten und urſprünglichſten Weſen, welche als gemeinſame Stammesvorfahren der ganzen Tier- und Pflanzenwelt anzuſehen ſind, irgendwo und irgendeinmal aus anorganiſcher Materie ſpontan entſtanden ſein müſſen, vielleicht auch noch entſtehen können, ſo können wir uns dieſen Vorgang doch nicht leicht ohne Licht, ſchwerer noch bei einer Temperatur von höchſtens einigen wenigen Graden Celſius über 0 ſich vollziehend vorſtellen. Wallich meint, man brauche kein ‚Ausnahmegeſetz' zu Hilfe zu rufen, im Gegenteil, der beſte Beweis dafür, daß dieſe betr. Organismen mit der Fähigkeit ausgeſtattet ſeien, unorganiſche Elemente für ihre eigene Ernährung umzuſetzen, beruhe auf dem Daſein der nicht wegzuſtreitenden Fähigkeit, die ſie beſitzen, kohlenſauren Kalk und Kieſel aus Waſſern abzuſcheiden, in denen ſich dieſe Subſtanzen in gelöſter Form befinden. Wenn ich auch die von Wallich behauptete Möglichkeit der Überführung anorganiſcher Materie in organiſche durch irgend ein Lebeweſen, das nicht Pflanze zu ſein braucht, auf dem Boden des Meeres zugeben will, ſo ſcheint mir doch der hierfür aus der Bildung von Kalk- und Kieſelſkeletten abſtrahierte Beweis wenig kräftig, denn alle dieſe mineraliſchen Gewebselemente ſind immer an eine organiſche Grundlage gebunden, ſo gut wie der Kalk in unſeren Knochen oder in den Schalen der Auſtern, und ſie werden dort ſo gut, wie bei uns mit der Nahrung aufgenommen und durch den Aſſimilationsprozeß aus organiſcher Materie, in der ſie in gelöſtem Zuſtande vorhanden waren, erſt ausgeſchieden.

Mir ſcheint aber auch die von Wallich befürwortete Annahme ſolcher, doch immerhin recht hypothetiſcher Lebeweſen, um die Ernährung der Tiefſeetiere zu erklären, durchaus nicht nötig, die von Wyville Thomſon dagegen geführte Argumentation aber recht beachtenswert.

Digitized by Google

Den Meeren werden ungeheure Mengen, entweder auf dem Lande entſtandener oder in der See ſelbſt durch Pflanzen oberflächlich gebildeter organiſcher Subſtanzen zugeführt. Die Themſe führt der Nordſee täglich 5443200 Raummeter Waſſer zu, in welchem bei Lambath (London S.) auf je 10000 Teile Waſſer gegen 0370 Teile organiſche Subſtanz ſich finden. Nehmen wir an, das Verhältnis bliebe bis zur Mündung des Fluſſes dasſelbe, ſo würden täglich über 200 Raummeter organiſcher Subſtanz allein von der Themſe in das Meer eingeſchwemmt. Der Amazonenſtrom bringt durchſchnittlich täglich eine 1111 mal größere Waſſermenge in den atlantiſchen Ozean als die Themſe. Nehmen wir an, ſeine organiſchen Beimengungen ſeien nicht bedeutender als die des engliſchen Fluſſes, obwohl er meiſt durch Urwälder voll pflanzlichen und tieriſchen Lebens ſtrömt und ſelbſt in ſich die reichſte Süßwaſſerfauna und Flora der Welt beſitzt, ſo würden ſich doch Tag für Tag 222,200 Raummeter organiſcher Subſtanz ergeben. Aus dieſen Zahlen kann man ſich einen ſchwachen Begriff von dem machen, was die Flüſſe zur Ernährung der Tierwelt des Meeres beitragen. Eine andere Futterquelle ſind die rieſenhaften Algenmaſſen an den untiefen Küſten und in den Sargaſſomeeren, wo ſie ſtellenweiſe ſo enorm ſind, daß ſie die Fahrt der Schiffe, ſelbſt der Dampfer verzögern können, dabei dehnt ſich allein das Sargaſſomeer im atlantiſchen Ozean über mehr als 4 Millionen Quadratkilom. aus. Viele dieſer Pflanzen wachſen ſchnell und haben relativ kurze Vegetationsperioden, ſo daß ihre organiſche Subſtanz der Tierwelt des Meeres bald zu gute kommt. Ein gut Teil der im Seewaſſer ſuspendierten verweſenden Reſte der an Ort und Stelle gewachſenen Algen oder der von Flüſſen importierten Organismen und Teile von Organismen, zu denen noch die Leichen und der Kot unendlich zahlreicher am und im Meere lebender Geſchöpfe, vom Säugetier und Vogel bis zum Protozoon hinzukommen, mag äußerſt langſam zu Boden ſinken. Nach Moſeley braucht eine tote Salpe vier Tage um zu einer Tiefe von 2000 Faden zu gelangen, und je winziger die abgeſtorbenen Organismen und ihre Reſte ſind, deſto länger werden ſie im Waſſer ſchwebend bleiben, bevor ſie den Boden erreichen. Carl Brandt beobachtete, daß die Skelette gewiſſer Radiolarien ſelbſt in einem Glaſe

Digitized by Google

mehrere Tage, ja Wochen in der Schwebe blieben wegen des Reibungswiderſtandes, den die zahlloſen feinen Kieſelfäden dem Waſſer entgegenſetzen. Ein anderer Teil feinſter Subſtanz gerät in die vertikale Strömung, wird oberflächlich polwärts und in der Tiefe wieder äquatorwärts getrieben, oder wird von anderen Strömungen an weit von ſeiner Urſprungsſtätte oder von den Mündungen der Ströme entlegene Stellen getragen.

Aber auch die zahlloſen winzigen Pflänzchen, die Diatomeen, Dinoflagellaten und beſonders die Ceratien bilden nach den neuen Unterſuchungen von Henſen in Kiel einen bedeutenden Prozentſatz des von ihm „Plankton“ genannten Auftriebs des Meeres, d. h. jener winzigen Organismen, die ohne eignen Willen ein Spiel der Wellen und des Windes ſind. Nach der Berechnung dieſes Forſchers wird jährlich auf einem Quadratmeter Oberfläche 150 g organiſcher Subſtanz, und 130 g davon allein durch die Ceratien aus anorganiſcher Materie gebildet. Ungeheure Quantitäten dieſer Geſchöpfe ſelbſt oder des durch ſie bereiteten organiſchen Stoffs mag in Geſtalt von allerlei kleinen, lebenden und toten Tieren den hungrigen Geſchöpfen der Tiefe zu gute kommen, zunächſt den Protozoen, den Seeſchwämmen, Muſcheln, Seeigeln und Seewalzen, welche von dem feinen im Waſſer ſuspendierten oder mit dem Sande und Schlamme des Bodens vermiſchten pflanzlichen und tieriſchen Detritus ſich ernähren. Sie wieder ſind die Nahrung höherer Tiere und ſo iſt die Kette des Stoffwechſels von „Plankton“ bis zum Wirbeltiere gliedweiſe gebildet.

Zu intereſſanten Reſultaten und bemerkenswerten Schlußfolgerungen iſt Chun bei ſeinen Unterſuchungen über die bathymetriſche Verbreitung der Tiere im mittelländiſchen Meere gekommen, die aber doch wohl nicht ſo ohne weiteres auch in Beziehung auf die in den offenen Ozeanen ſtattfindenden Verhältniſſe verallgemeinert werden dürfen. Denn die Exiſtenzbedingungen im Mittelmeere ſind weſentlich andere als etwa im atlantiſchen Ozean. Zunächſt iſt die Temperatur dort in allen Waſſerſchichten unterhalb 550 Meter bis zum Boden konſtant 13° C., da eine ſehr hohe Barriere in der Straße von Gibraltar den kalten Grundwaſſern des atlantiſchen Ozeans den Eintritt oſtwärts verwehrt. Auch die Verteilung des Sauer-

Digitized by Google

ſtoffs wird demzufolge eine andere ſein, da ja Vertikalſtrömungen in dieſem abgeſchloſſenen Binnenmeere entweder ganz fehlen oder, falls eine oberflächliche Abkühlung ſtellenweiſe im Norden durch eintretende Flüſſe u. ſ. w. ſtattfinden ſollte, doch nur ſehr geringfügig ſein werden. Unter ſolchen Umſtänden dürfte der Sauerſtoffgehalt von der Oberfläche zum Boden im Mittelmeer ſehr langſam abnehmen, mit andern Worten, es fehlt hier die ſtagnierende Zwiſchenſchicht der großen offnen Ozeane, die bis zu einem gewiſſen Grade das Vordringen oberflächlich lebender Tiere in die großen Tiefen erſchweren, wenn nicht verhindern kann. Es iſt nicht überraſchend, daß im Mittelmeere Tierformen, welche bei 150 Meter leben, auch noch bei zehnmal größeren Tiefen gedeihen können, — abgeſehen vom Tageslicht, das ſie aber doch an der Oberfläche während der Nachtzeit auch entbehren müſſen, fehlt ihnen keine ihrer gewöhnlichen Lebensbedingungen.

Chun konſtatiert, daß im Sommer im Mittelmeere unter 1000 Meter neben einer typiſchen Tiefſeefauna auch noch eine reiche andere ſich findet, die, im Winter und Frühling heraufſteigend, zur pelagiſchen wird. Es tritt alſo auch bei den Meeresgeſchöpfen im großen eine teilweiſe, nach den Jahreszeiten ſich richtende, aber vertikale Wanderung auf, ſowie in Lappland die Renntiere und in Südamerika eine ganze Reihe von Vögeln im Sommer in umgekehrter Richtung die kühleren Bergregionen aufſuchen. Eine analoge Oscillation nach den Tageszeiten hatte man ſchon früher bei pelagiſchen Geſchöpfen beobachtet, die nur des Nachts heraufkamen, bei Tage aber in tiefere Waſſerſchichten flüchteten. Man hatte dieſes Verhalten der betreffenden Tiere aus ihrer Lichtſcheu hergeleitet und namentlich darauf aufmerkſam gemacht, daß auch bei ſehr hellen Vollmondsnächten das pelagiſche Leben beträchtlich geringer ſei als in mondloſen, aber Chun weiſt zur Erklärung dieſer Thatſachen auf die Temperaturunterſchiede hin. Für die Temperaturveränderungen des oberflächlichen Meereswaſſers nach den Jahreszeiten habe ich eine Reihe genauerer Angaben gefunden, aber für diejenigen nach den Tageszeiten habe ich mich vergeblich nach ſorgfältig durchgeführten Unterſuchungen umgeſehen. Es unterliegt ja nun keinem Zweifel, daß durch die Exiſtenz einer ſolchen zeitweiligen pelagiſch-

Digitized by Google

bathybiſchen Zwiſchenfauna die Frage nach der Ernährung der Tiefſeetiere wenigſtens im Mittelmeere um, wie Chun ſich ausdrückt, eine Etage höher gerückt iſt. Und vielleicht gelangen pflanzliche winzige Organismen in die obern Teile dieſer Etage noch in ſehr großen Mengen, ſo daß in ihnen die Übermittlung des von Pflanzen aus anorganiſcher Materie gewonnenen organiſchen Stoffes ſtattfindet, von hier ab aber von Tier zu Tier bis auf die tiefſten Tiefen des Meeresbodens. Leider fehlen noch genaue Unterſuchungen über dieſe Verhältniſſe in den freien Ozeanen, die ja, wie geſagt, andere Lebensbedingungen bieten, als das eingeſchloſſene Mittelmeer!

Eins iſt gewiß, wie auch die Ernährung der Meeresfauna in vielen Stücken ſich vollzieht, das Reſultat iſt ein ſo glänzendes, daß die Landfauna ihr gegenüber quantitativ und qualitativ dürftig erſcheint. Dieſe kann keine feſſilen Tiere enthalten, die als Schwämme, Moostiere, Hydroidpolypen, namentlich aber als Korallen einen ſo großartigen Teil der Tierwelt des Waſſers ausmachen. Weiter giebt es kein Landcoelenterat, kein Landechinoderm, keine zweiſchalige Landmuſchel, kein Landtunikat, keinen Landfiſch und die Zahl der Landwürmer und Landkrebſe iſt verſchwindend gering gegen die des Meeres. In der Zahl der Schnecken mag ſich die Land- und Seefauna die Wage halten, an Spinnentieren, Inſekten und höhern Wirbeltieren iſt die des Landes unvergleichlich viel großartiger entwickelt.

Drittes Kapitel.

Herkunft und Verbreitung der Tiefſeetiere.

Woher ſtammt die Tiefſeefauna? Iſt ſie drunten auf dem Meeresboden durch einen ſelbſtändigen Entwicklungsprozeß unabhängig von der Fauna des untiefen Waſſers entſtanden oder iſt ſie aus dieſer durch Umbildung hervorgegangen?

Der Urſprung des Lebens iſt pelagiſch. Er fand auf der Oberfläche des Meeres ſtatt und zwar bevor ſich „das Waſſer unter dem Himmel

Digitized by Google

an beſondere Örter geſammelt hatte, damit man das Trockene ſehe", wie es in der Geneſis heißt: einſt als der feſte Teil der Erde noch eine ziemlich gleichmäßige ſphäriſche Fläche bildete, war alles Waſſer, die ganze Hydroſphäre ihr als ein gleichmäßiger Mantel aufgelagert. Nachdem die Trennung der Hydroſphäre und der Atmoſphäre ſich ſchon vollzogen hatte, wird das Meer doch noch lange Zeit eine zu hohe Temperatur gehabt haben, als daß ſich ſelbſt ſchon auf ſeiner Oberfläche Organismen bilden konnten, erſt mit der fortſchreitenden Erkaltung des ganzen Erdkörpers war dies möglich. Dieſe Erkaltung bedingte aber auch Veränderungen der Oberfläche der feſten Erde, des Niveaus der Stereoſphäre. Ihr Antlitz wurde runzlig und damit trat zunächſt eine Sonderung des Meeres in tiefere über den durch die Erdzuſammenziehung gebildeten Thälern und flachere über den Höhen ſtehende Teile ein. Noch gab es kein aus dem Waſſer hervorragendes feſtes Land. Die Erkaltung ſchritt weiter und weiter fort, die Höhenzüge vermehrten und erhöhten ſich, vulkaniſche Erſcheinungen traten hinzu, die Tiefe der Hydroſphäre im ganzen nahm ab, denn auch ihre Waſſer wurden kalter und zogen ſich zuſammen. So kam es zur Scheidung von kleinen Kontinenten, Archipelen, flachen Meeresſtellen und Tiefſee, ſo wurden neue Exiſtenzbedingungen der bereits vorhandenen, noch wenig differenzierten Organismenwelt geboten, an welche ſie ſich anzupaſſen hatte.

Jetzt erſt konnten feſtſitzende Lebeweſen ſich bilden und wahrſcheinlich gelangte damit das Pflanzenreich, das ſchon vorher von den erſten Urtieren, welche anorganiſche Materie nicht mehr zu aſſimilieren vermochten, aus dem gemeinſamen Protiſtenſtamme ſich abgezweigt hatte, aus dem einzelligen Zuſtande pelagiſcher Algen zu dem der mehrzelligen feſtgewachſenen höheren Formen. Damit wird der allgemeine Stoffwechſel einen großartigen, energiſchen Aufſchwung genommen und das marine Tierleben wird ſich an der Küſte bald reicher und immer reicher entfaltet haben, ſo reich ſelbſt, daß die geeigneteſten Wohnſtätten bald nicht mehr ausgelangt haben werden und um ſie ein eifriger Wettbewerb ſtattfand.

Veranlaßt durch dieſen und verdrängt durch kräftigere Konkurrenten

Digitized by Google

werden die Küſtentiere gezwungen geweſen ſein, nach beiden Rändern der alten Heimat hin auszuweichen, an ihren beiden Seiten das Aufenthaltsgebiet zu vergrößern, die einen, nach außen verdrängt, ſuchten die Tiefe, die andern, nach innen geſchoben, ſtiegen auf das junge Feſtland, — aus der urſprünglichen Küſtenfauna und Küſtenflora entwickelte ſich eine Landfauna ſowohl wie eine Landflora, während den Pflanzen, die ohne Sonnenlicht nicht aſſimilieren können, die Tiefſee verſchloſſen blieb.

Da aber die organiſchen Stoff aus anorganiſchem bereitende Pflanzenwelt nicht mit in die Tiefſee ſteigen kann, ſo ſetzt die Gegenwart der Tierwelt in dieſer ſchon einen ſehr lebhaften oberflächlich unter Einfluß des Sonnenlichts vor ſich gehenden Stoffwechſel voraus, durch ihn muß doch das Tiefſeeleben erhalten werden und dieſes kann nicht exiſtieren, wenn nicht jener eine in jeder Hinſicht bedeutende Ausdehnung gewonnen hat. Die Tiefſeefauna iſt nicht die älteſte Fauna, ſie iſt jünger als die Fauna der Küſten, vielleicht ſogar als die des Landes.

Als der gelehrten Welt vor ungefähr dreißig Jahren die erſten Ahnungen der Exiſtenz einer Tiefſeefauna heraufdämmerten, gab man ſich allerlei Hoffnungen hin, in ihr lebende Vertreter längſt entſchwundener Tiergruppen, Ganoidfiſche, Belemniten (obgleich dieſe ihrem ganzen Bau nach eher pelagiſch lebende Geſchöpfe geweſen ſein mögen!), Trilobiten, Blaſtoideen, Cyſtoideen und andere mehr zu finden. Denn man dachte ſich die Verhältniſſe da drunten zu konſervativ und vergaß darüber, daß wirklich ſehr alte Formen ſich auch im flachen, manche ſelbſt in ſehr flachem Waſſer in die Jetztwelt ſeit uralter Zeit hinüberzuretten gewußt haben. Die ehrwürdige Zungenmuſchel (Lingula), deren Ahnen ſchon in dem cambriſchen Meere, vielleicht Millionen von Jahren, ehe die ſpäter einſt die Steinkohlen bildenden Pflanzen wuchſen, ein beſchaulich-vornehmes Daſein führten, — der Nautilus von blauſtem Blute, der ſeinen Stammbaum bis in die Silurformation, — der ſeltſame Molukkenkrebs, der den ſeinigen wenigſtens bis in die Devonformation verfolgen kann, ſie alle leben nicht in der tiefſten Tiefſee und die wenigen lebenden Ganoidfiſche ſind ſogar ausſchließliche oder teilweiſe Bewohner des ſüßen Waſſers.

Digitized by Google

Damit ſoll nicht geſagt ſein, daß die Tiefſee keine altertümlichen Formen berge, gewiß thut ſie das, aber nicht mehr als die Küſten- und ſelbſt die Landfauna. Das Holz unſerer Wälder zernagen heutigen Tages noch Larven von Käferfamilien und die Kräuter unſerer Gärten zerfreſſen zur Zeit noch Molluskenformen, deren dieſen Enkelkindern ſehr ähnliche Ahnen ſchon an der reichgedeckten Tafel der Steinkohlenzeit zu Gaſte gingen.

Eine jede Fauna beſteht aus verſchiedenen Elementen: wie in der menſchlichen Geſellſchaft hauſt neben dem Nachkömmling eines uralten Geſchlechts der Parvenu, der Mann von heute, — denn wie in der menſchlichen Geſellſchaft, giebt es auch in jeder Fauna Weſen, die eher zu Grunde gehen, (und viele gehen und gingen daran zu Grunde!), ehe ſie den neuen Zeitverhältniſſen Rechnung tragen und den neuen Umſtänden ſich anpaſſen, aber auf der andern Seite auch ſolche, die äußerſt ſchmiegſam ſich in alle Lebenslagen ſchickend durch alle ſich leicht auch körperlich beeinfluſſen laſſen. Wir können auch ſagen, die einen ſind ſo günſtig organiſiert und ſituiert, daß ſie in allen Sätteln von vornherein gerecht ſind und ſich ihnen nicht anzubequemen brauchen, die andern aber beſitzen dieſe Fähigkeit in hohem Grade, — Familien, denen beides nicht möglich, gehen in relativ kurzer Zeit unfehlbar zu Grunde.

Wenn wir die Zuſammenſetzung der Tiefſeefauna einmal auf das relative Alter der einzelnen ſie bildenden Tiergruppen hin anſehen, ſo werden wir eine merkwürdige Beobachtung machen. Alle Meerestiere beſitzen die Fähigkeit freier Ortsbewegung; aber in ſehr verſchiedenem Grade und während ſehr verſchieden langen Zeiten ihres Daſeins. Die einen vermögen während ihres ganzen Lebens bald raſcher bald langſamer (Fiſche, die meiſten Krebſe und Mollusken) ihren Aufenthaltsort freiwillig zu verändern, andere (Polypen, Schwämme, feſtſitzende Echinodermen, Krebſe, Mollusken und Tunikaten) vermögen dies nur in der Jugend. Es iſt nun vielleicht ein Zufall, daß die altertümlichſten Formen (Haarſterne oder Seelilien, Hexaktinelliden und Terebrateln) der Tiefſeefauna feſtſitzende ſind, die neueren, aber doch noch lange nicht neueſten Datums ſich langſam bewegen (Mollusken, Seeigel) und

Digitized by Google

die neueſten Formen durchſchnittlich auch die ſchnellſten ſind (Fiſche, Krebſe).

Unſere Kenntniſſe von der vertikalen und horizontalen Verbreitung der Organismen im Meere ſind, wie nicht anders zu erwarten, noch lange nicht erſchöpfend.

Der Forſcher, welcher der Betrachtung der Verbreitung der Tiere im Meer in beiderlei Richtung zuerſt näher trat, war der öfter bereits erwähnte Edward Forbes (von 1815—1854), eine geniale und originelle Perſönlichkeit.

In ſeiner köſtlichen, nach ſeinem Tode von Godwin-Auſten (1859) vollendeten „Naturgeſchichte der europäiſchen Meere", teilt er das Meer in vier von oben aufeinander folgende Schichten, Zonen oder Horizonte. Die erſte oberſte iſt die littorale Zone, jener Küſtenſtrich, welcher zwiſchen den Grenzen höchſter Flut und tiefſter Ebbe gelegen, zeitweilig nicht vom Waſſer bedeckt iſt. Dieſe Zone iſt reich an charakteriſtiſchen Algenformen, welche in verſchiedenen überwiegenden Arten gleichſam zonenartig angeordnet ſind. Die hier hauſenden Tiere ſind nicht reich an Arten, aber wohl an Individuen. Hier hauſen Spezies von Krabben, Amphipoden (Gammarus, Talitrus), Aſſeln (Ligium, Ligidium), von feſtſitzenden Seepocken (Balanidae) u. ſ. w., die frei beweglichen Formen unter ihnen haben nahe, das Land und ſüße Waſſer bewohnende Verwandte. Außerdem finden ſich hier eine Reihe von Uferſchnecken, (Chiton, Patella, Purpura, Littorina) und wenige Muſcheln (Mytilus) und einige im Sande eingegrabene Würmer (an unſeren Küſten, z. B. der Pier, Arenicola piscatorum).

Die zweite Zone von Forbes, nach einer Algengattung Laminaria (aus der Familie der Phanophoreen) die Laminarien-Zone genannt, reicht vom tiefſten Stand der Ebbe bis zu einer Tiefe von zirka 15 Faden. In ihr finden ſich braune Fucaceen und zahlreiche Florideen, die ſich gleichfalls bandweiſe nach Arten anordnen. Hier treffen wir die Seenadeln und Seepferdchen (Syngnathus und Hippocampus) an, ſowie zahlreiche, Gehäuſe tragende und nackte Schnecken, viele langſchwänzige Krebsformen, Garneelen und dergl., Seeſterne und Schlangenſterne und viele andere mehr. Die Algenblätter ſelbſt ſind oft beſetzt

Digitized by Google

mit Kalkſchwämmen, Polypenſtöckchen, kleinen Seeanemonen, Moostierchen und den Röhren ſchalenbildender Ringelwürmer. Es herrſcht ein reges Leben und viel Farbe, ſei es, daß die Tiere, in oft wundervoller Art ſchützend gefärbt, von den Pflanzen, auf und zwiſchen denen ſie leben, kaum zu unterſcheiden sind, oder daß ungenießbare, gefährlich bewaffnete oder giftige Formen in grellem Kolorite prangen. Es giebt weit draußen in den großen Meeren entſprechende Faunen: jene ſind es, welche die ungeheueren Algenwieſen der Sargaſſomeere bevölkern.

Die Verhältniſſe dieſer beiden Küſtenzonen geſtalten ſich natürlich nach den verſchiedenen Meeren und der Beſchaffenheit ihrer Ufer ſehr verſchieden. Es iſt ein großer Unterſchied zwiſchen den felſigen Schären Norwegens und der flachen Sandküſte Hollands, zwiſchen dem Strande Nordamerikas bei Neuſchottland etwa oder Neubraunſchweig, wo die Gezeitendifferenz 19 m, und dem Neapels, wo ſie nur 0,5 im Maximum beträgt.

Die dritte Forbes'ſche Zone iſt die Korallineen-Zone, nach den Korallineen, einer Kalkalgen- oder Nulliporengruppe, ſo benannt. Sie reicht bis zu 50 Faden Tiefe und iſt die Heimſtätte einer ſehr reichen Tierwelt, bei denen Schutz- und Schreckfärbungen, verſchiedene Verteilung der Farben nach Ober- und Unterſeite, ſowie wohl entwickelte Sehorgane noch ſehr allgemein verbreitet ſind, entſprechend den hier noch herrſchenden Beleuchtungsverhältniſſen. Hier finden ſich die zahlreichen Grundfiſche, an unſeren Küſten z. B. die Seeteufel, Schollen, Flundern, Rochen, meiſt wundervoll dem umgebenden Boden in der Farbe angepaßt, — hier gedeihen zahlreiche, in den Tropen beſonders ſchön gefärbte Mollusken, Krabben, Echinodermen, — hier erſetzen verſchiedenartige Polypen in der äußern Geſtalt die zurücktretende Pflanzenwelt, — hier mäſten ſich die zahlreichſten, bunten Hornſchwämme und mit einaxigen Nadeln verſehenen Kieſelſchwämme, — ſelbſt wieder die Verſtecke und Wohnſtätten einer nicht geringen Menge von Ringelwürmern, Krebſen und anderen ſchwachen und ſchutzbedürftigen niederen Seetieren.

Die vierte Zone, welche Forbes annahm, erſtreckt ſich von 50 Faden bis in die unbekannten Tiefen. „Wenn wir", ſagt der ausge-

Digitized by Google

zeichnete Forſcher „tiefer und tiefer in dieſe Region hinabſteigen, ſo erſcheinen ihre Bewohner mehr und mehr eigenartig und werden weniger und weniger, — Beweis genug, daß wir uns jenen abyſſiſchen Gründen nähern, wo alles Leben entweder aufgehört hat oder nur ein ſchwaches Aufflackern ſein kümmerliches Daſein verrät.“

Forbes führt nun weiter aus, daß ähnliche Verhältniſſe, wie an den europäiſchen Küſten, ſich an allen andern wiederholen, daß überall analoge oder „vikarierende“ Tierarten ſich in den entſprechenden Zonen finden, ſo daß es möglich iſt von einer an irgend einem Teile der Erde gemachten Sammlung von Seetieren zu ſagen, aus welcher Tiefe ſie ungefähr ſtammt.

Wir urteilen an der Hand unſerer, ſo ungleich größeren Erfahrung jetzt anders, als vor einigen dreißig Jahren der engliſche Zoologe urteilen konnte. Für die mehr oberflächliche Fauna mag die Einteilung von Forbes im allgemeinen auch heute noch gelten, aber doch nur im allgemeinen, denn wir ſehen z. B., daß da, wo an den Küſten der Kontinente oder den Geſtaden der Inſeln Korallenbänke ſich befinden, die Laminarien- und Korallineenzone durch eine echte Korallenzone vertreten wird, die eine höchſt charakteriſtiſche Tierwelt beſitzt. Was aber die Art des Vorkommens von Lebeweſen in größeren Tiefen angeht, ſo war die Anſicht von Forbes eine mehr oder weniger irrige, — wer aber möchte ihm daraus einen Vorwurf machen? Ultra posse nemo obligatur! Angeſichts der Unmöglichkeit hört eben die Verpflichtung auf!

Jene neueren Erfahrungen nötigen uns zunächſt für das offene, tiefe Meer drei Zonen anzunehmen, welche Haeckel ſpeziell von den Verbreitungsverhältniſſen der Strahlinge (Radiolaria) ausgehend als die pelagiſche, zonariſche und abyſſiſche bezeichnet. An einer andern Stelle ſeiner herrlichen Bearbeitung der Challenger-Radiolarien unterſcheidet Haeckel für das allgemeine Tierleben fünf bathymetriſche Zonen, 1) die pelagiſche, von der Oberfläche bis gegen 25 Faden, 2) die erleuchtete Zone von 25 bis 150 Faden oder ſoweit der Einfluß des Sonnenlichts ſich bemerklich macht, 3) die dunkle Zone von 150 bis 2000 Faden, oder von da ab, wo der Einfluß des Tageslichts ver-

Digitized by Google

ſchwindet bis dahin, wo der Einfluß der im Seewaſſer enthaltenen Kohlenſäure ſich bemerklich macht und die kalkhaltigen Organismen verdrängt werden, 4) die Kieſelzone von 2000 oder 2500 bis gegen 3000 Faden, in welcher lediglich kieſelſchalige Rhizopoden angetroffen werden, die eigenartigen Verhältniſſe der tiefſten Regionen ſich aber noch nicht geltend machen und 5) die abyſſiſche Zone, in der die Anhäufungen des Tiefſeeabſatzes und der Einfluß der Grundſtrömungen neue Lebensbedingungen ſchaffen. Die dunkele Zone ſcheint am ärmſten an organiſchem Leben zu ſein. Man könnte auch, allgemeinere Thatſachen in Betracht ziehend, von einer anozoiſchen, aporozoiſchen und bathyzoiſchen Vertikalregion des offenen Meeres reden. Die erſte (von ἄνω — oben und ζῶον — lebendig) würde aus der nach den Tageszeiten verſchiedentlich ſteigenden und ſinkenden, pelagiſchen Fauna bis ungefähr 50 Faden, und einer hypopelagiſchen (ὑπό — unten) bis gegen 300 Faden beſtehen. Die zweite (von ἄπορος — dürftig, wenig) würde von hier bis in die Nähe des Bodens, alſo nach der Tiefe der betreffenden Meeresſtelle verſchieden weit reichen; ſie iſt die früher bereits erwähnte, ſauerſtoffarme, ſtagnierende, der vertikalen Strömung entzogene Schicht. Die dritte (von βαθύς — tief) Zone iſt die der eigentlichen Tiefſee und reicht von dem Meeresboden bis vielleicht 300 Faden, ſoweit die Bodenbewegung der vertikalen Strömung ſich kenntlich macht, oberhalb desſelben. Es muß bei dieſer Einteilung freilich darauf hingewieſen werden, daß unſere Kenntniſſe beſonders der aporozoiſchen Zone noch ſehr lückenhaft ſind, und daß möglicherweiſe in ihr doch eine eigenartige, ziemlich reiche Fauna, vielleicht mit geringerem Sauerſtoffbedürfnis entwickelt ſein kann. Die Mehrzahl der in dieſen drei Regionen ſich aufhaltenden Tiere zeigt entſprechende charakteriſtiſche Eigentümlichkeiten: ſo ſind die der anozoiſchen, namentlich des pelagiſchen Teiles derſelben meiſt durchſichtig farblos bis blau und, wenn es höhere Formen ſind, mit guten Bewegungsorganen ausgeſtattet. In ihr finden ſich auch die entſprechend angepaßten Eier und Jugendformen nicht weniger, in voll entwickeltem Zuſtande den andern Zonen angehöriger Geſchöpfe. Die zweite Schicht enthält, ſoweit ſie bekannt iſt, Tiere mit wenig charakteriſtiſchen Eigenſchaften. Die Be-

Digitized by Google

wohner der dritten Zone zeichnen ſich aus durch Einfarbigkeit, durch Blindheit oder durch den Beſitz großer Augen (wenn es ſich um die Tiefſee-Repräſentanten mit Sehorganen überhaupt verſehener Familien handelt), durch ſchwach entwickelte Bewegungsapparate und, wenn ſie zu Gruppen feſſiler Tiere gehören, die in größerer Nähe der Oberfläche mannigfach aſymmetriſch verzogene und verſchobene Geſtalten beſitzen, durch regelmäßige Körperformen.

Anders geſtalten ſich natürlich die Verhältniſſe, wenn wir uns, wie Forbes das that, der Tiefe des Meeres, von den Küſten her auf dem Boden ſtetig fortſchreitend, nähern. Wir ſehen dann, wie ein Teil der Küſtenfauna mit dem Aufhören der Pflanzenwelt, an deren Vorhandenſein ſie als pflanzenfreſſend oder pflanzenbewohnend unmittelbar gebunden iſt, verſchwindet, alſo eine ziemlich ſcharf abgeſchnittene Grenze zwiſchen 150—200 Faden erreicht. Aber ein anderer Teil, die Bodenformen nämlich, geht langſam und ganz allmählich in die Tiefſeefauna über: die Geſtalten der Küſtenfauna werden mit fortſchreitender Tiefe ſeltener und ſeltener und die der Tiefſeefauna häufiger und häufiger, wo aber die Grenze zwiſchen beiden Faunen iſt, läßt ſich nicht ſagen, um ſo weniger, als gewiſſe, allerdings nicht zahlreiche Formen, alle Meerestiefen bewohnen. Moſeley hat darauf aufmerkſam gemacht, daß die abyſſiſchen Meeresgründe in größerer Nähe der Küſten reicher an Zahl der Gattungen und Mannigfaltigkeit der Arten von Tieren ſind als jene im Ozean draußen, weit von allem Lande entfernt gelegenen. Leicht begreiflich! — der Einwanderung oberflächlicher Formen iſt dort weit mehr Gelegenheit geboten als hier und es ſcheint auch, daß in küſtennahen Tiefen wirklich die moderneren Tiefſeetiere neben den altertümlichen hauſen, während die iſolierten Gefielde am Boden des hohen Ozeans mehr für dieſe letzteren ausſchließlich reſerviert erſcheinen.

Auch die horizontale Verbreitung der Tiefſeetiere, welche freilich oft mit einer entſprechenden vertikalen unmittelbar verbunden iſt, zeigt mancherlei Intereſſantes. Viele ſind, zufolge der großen Einförmigkeit der Exiſtenzbedingungen kosmopolitiſch verbreitet und der Unterſchied zwiſchen der Fauna der arktiſchen, tropiſchen und antarktiſchen Tiefſee iſt in vielen Punkten nur gering. Andererſeits ſehen wir aber, wie jene

Digitized by Google

abyſſiſchen Geſchöpfe ſich in ihrer Verteilung, ähnlich wie die der anozoiſchen Zone nach den warmen und kalten Oberflächenſtrömungen, nach der Temperatur der Bodengewäſſer richten. Die Forſcher auf dem Porcupine fanden, wie früher ſchon geſagt, in dem nordatlantiſchen Ozean, entſprechend der Verteilung der warmen und kalten Stellen auf ſeinem Grunde, weſentlich verſchiedene Faunenbezirke nebeneinander und es iſt nach den weiter oben entwickelten Verhältniſſen der Temperaturverteilung im atlantiſchen Ozean klar, daß die Tierwelt am Boden des Meeres an der Oſtküſte von Südamerika bei einer Temperatur von — 0,3 Cl. in vielen Stücken eine andere ſein wird als die an der Weſtküſte Afrikas bei + 3° Cl.

Ganz ähnlich, wie Pflanzen und Tiere, welche im Norden die Ebene bewohnen, nach Süden zu höher und höher in die Gebirge hinaufſteigen und dort die ihnen zuſagenden Exiſtenzbedingungen, namentlich Temperaturverhältniſſe wiederfinden, folgen auch Geſchöpfe, welche die arktiſchen und antarktiſchen Meere in allen Schichten bewohnen, den mehr und mehr ſich in die Tiefe ſenkenden kalten Gewäſſern äquatorwärts, ſo daß wir unter den Tropen bei 3000 Faden dieſelben Arten, oder nur wenig veränderte Verwandte derſelben antreffen, die in den kalten Meeren vielleicht bei 300 und weniger Faden gedeihen.

Auf eine merkwürdige Thatſache mag hier vorläufig noch hingewieſen werden. In den warmen tropiſchen, den gemäßigten und den arktiſchen Meeren entwickeln ſich die meiſten Echinodermen mit einer ſehr eigentümlichen Metamorphoſe; aus ihren Eiern gehen zunächſt Geſchöpfchen von mancherlei, oft abenteuerlichen und denen der Eltern nichts weniger als ähnlichen Geſtalten hervor, die mittels eigentümlich verteilter Wimperſchnüre frei umherſchwimmen und in dem pelagiſchen Auftrieb in ungeheuern Mengen ſich herumtummeln. Es iſt als eine große Ausnahme anzuſehen, wenn in den erwähnten Breiten einmal eine Echinodermenart ihr gleich oder ähnlich geſtaltete lebende Junge zur Welt bringt. Ganz anders verhält es ſich nach den Beobachtungen ſowohl Studers während der Reiſe der Gazelle als Wyville Thomſons mit der Entwicklung der antarktiſchen Echinodermen: was bei jenen tropiſchen und nördlichen große Ausnahme war, iſt Regel,

Digitized by Google

und was dort Regel war, große Ausnahme. Im antarktiſchen Auftriebe fehlen die phantaſtiſchen Larvenformen faſt ganz, aber Seewalzen, Seeſterne, Schlangenſterne und Seeigel bringen lebendige Junge zur Welt und mehr noch, ſie haben häufig, wie die Beutler unter den Säugetieren, beſondere Taſchen und Höhlungen am Körper, welche der Nachkommenſchaft in der erſten Zeit als Wohnort, als Wiege dienen.

Was die Urſache dieſer ſeltſamen Erſcheinung iſt, läßt ſich ſchwer ſagen, — vielleicht wird das lokale Strömungsverhältnis die weſentliche Schuld daran tragen.

Viertes Kapitel.

Die Urtiere oder Protozoën des Meeres.

Die ungeheuer zahlreichen Tierformen, welche ſeit einem undenkbar langen Zeitraume die Erde auf dem Lande und im ſüßen oder ſalzigen Waſſer freilebend oder an und auf andern Geſchöpfen paraſitiſch hauſend bevölkert haben und heutigen Tages noch bevölkern, ſind entweder Protozoën oder Metazoën.

Unter Protozoën, Urtieren oder Einzelltieren verſtehen wir Organismen einfachſter, urſprünglichſter Art*), deren Leib aus einer Zelle beſteht, welche in ſoweit differenziert erſcheint, daß die bildende eiweißartige Maſſe, das Protoplasma oder die Sarkode, eine oberflächliche, hellere Schicht beſitzt, welche oft Hüllen (Cuticularbildungen) in verſchiedener Ausdehnung (von der Zellwand bis zum Skelett), von verſchiedener Architektur und aus verſchiedenem Stoffe (Horn, Kalk, Kieſel) ausſcheidet, während die Binnenmaſſe durch eingeſtreute kleine Körnchen trübe und mit oft rhythmiſch zuſammenziehbaren, mit Flüſſigkeit gefüllten Hohlräumen (ſogenannten Vakuolen) von verſchiedener Zahl und Ausdehnung verſehen iſt.

Die Metazoën oder Mehrzelltiere ſind ihrer urſprünglichen Ent-

*) Manche ſind vielleicht indeſſen durch Rückbildung aus Metazoën entſtanden, alſo nicht urſprünglich, ſondern ſekundär einfach! (Gregarinen?)

Digitized by Google

ſtehung nach als Kolonien von Protozoën, hervorgegangen aus Teilung bei fehlender Löſung der Teilſtücke, anzuſehen. Infolge von Arbeitsteilung entfielen auf verſchiedene Zellkomplexe ihres Leibes verſchiedene Leiſtungen, je nach der mittelbareren oder unmittelbareren, durch die Lage bedingten Reaktion auf Einflüſſe der Außenwelt, wodurch dieſe Zellkomplexe mit der verſchiedenen phyſiologiſchen Funktion auch einen verſchiedenen anatomiſchen Bau erhielten. So entſtanden in den urſprünglich gleichartigen Zellmaſſen, unterſtützt von einer durch Faltenbildung und Einſtülpung hervorgebrachten Vermehrung der Oberfläche, die verſchiedenartigen Gewebe, die ſich auf verſchiedene Regionen des Körpers verteilten und ſo die Organe bildeten. Die Metazoën ſind Organismen mit, die Protozoën Organismen ohne Organe.

Die Protozoën zerfallen weiter in zwei Klaſſen: in die von Leeuwenhoek (1675) aufgefundenen Aufgußlinge (Infusoria) und in die Scheinfußlinge (Rhizopoda). Da die erſtern, bis jetzt wenigſtens, aus der Tiefſee noch nicht bekannt ſind, uns folglich hier auch nicht weiter intereſſieren können, wollen wir uns gleich den Rhizopoden zuwenden.

Bei den Rhizopoden iſt die äußere Umhüllungshaut entweder außerordentlich fein und nachgiebig, ſodaß ſie nicht wahrnehmbar iſt, obgleich wahrſcheinlich doch wohl die äußerſte Oberfläche des Sarcodeleibs etwas eigenartig differenziert ſein wird, oder aber die Kutikularbildung hebt ſich teilweiſe von der Körperwand ab und ſtellt eine an eine organiſche Grundlage gebundene Kieſel- oder Kalkſchale, oder eine, oft durch eingelagerte Fremdkörper verſtärkte Hornhülſe dar. Bei manchen kommt es auch noch im Innern des Körpers zur Bildung kieſeliger Gerüſtteile oder charakteriſtiſcher Kryſtalloide. Ihr Körper entſendet eigentümliche Fortſätze (die Pſeudopodien oder Scheinfüßchen) von der Geſtalt derber, lappiger, kurzer bis feinſter, haarförmiger langer Fortſätze, welche die Bewegung und Reſpiration und, indem ſie Nahrungsobjekte umfließen und gewiſſermaßen ausſaugen, auch die Ernährung vermitteln. Wo Schalen vorhanden ſind, treten die Scheinfüßchen aus Öffnungen derſelben nach außen.

In der Tiefſee wurden bis jetzt Vertreter von zwei Ordnungen von

Digitized by Google

Rhizopoden, nämlich der Kammerlinge (Thalamophora oder Foraminifera) und der Strahlinge (Radiolaria) aufgefunden.

Die Kammerlinge haben einen meiſt mit mehreren Kernen verſehenen Protoplasmaleib von waſſerheller, aber auch (bei pelagiſchen Formen) hellroter, purpurner, orangener, gelber, bei einigen Tiefſeeformen ſelbſt bräunlicher Farbe. Sie entwickeln ſehr lange und zarte Scheinfüßchen, welche an etwaigen Berührungsſtellen miteinander verſchmelzen und ſo ein eigentümliches Netzwerk darſtellen können. Immer beſitzen ſie eine äußere glatte, gerippte, warzige bis ſtachlige Schale, welche aus Kalk und Hornſubſtanz, ſelten aus Kieſel beſteht und bei manchen Formen eine beträchtliche Verſtärkung durch aufgenommene Fremdkörper, Sandpartikelchen, Schwammnadeln und anderen Detritus des Meeresbodens erhält.

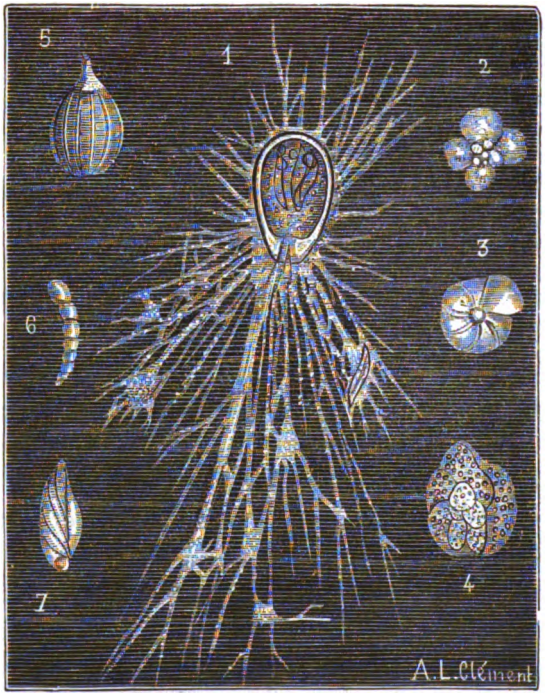


Fig. 41. Foraminiferen. 1) Gromia oviformis, aus der einzigen Öffnung treten die Scheinfüßchen heraus, bilden Netze mit einzelnen verbreiterten Protoplasmaſtellen. Rechts wird eine Diatomee „gefreſſen". 2) Globigerina bulloides, 3) Anoma lina hemisphaerica, 4) Rosalina anomala, 5) Lagenulina cortata, 6) Dentalina punctata, 7) Cristellaria triangularis.

Immer iſt dieſe Schale mit Löchern verſehen. Sie ſtellt entweder eine einzige Kammer dar, oder beſteht aus einer ganzen Reihe ſolcher, die in einer Ebene gerade, gekrümmt oder ſpiralig angeordnet ſind oder ſich allſeitig aneinander fügen. Entweder es findet ſich nur eine einzige Öffnung an einer Stelle, aus welcher bei voller Aktivität des Tieres ein Teil ſeines Sarkodeleibes tritt und von hier aus ſeine Pſeudopodien-

Digitized by Google

netze ſpinnt, oder aber die ganze Schale iſt von einer großen Menge ſehr kleiner Öffnungen durchbohrt, durch welche die Scheinfüßchen und ein großer Teil des Protoplasmas nach außen treten, ſo daß die in der weichen Körpermaſſe eingebetteten Gehäuſe kaum wahrnehmbar ſind.

Die Kammerlinge, wenigſtens ihre Schalen, ſind ſchon lange bekannt. Wenn wir von den rieſigen, ſchon im Altertum beachteten foſſilen ägyptiſchen Nummuliten abſehen, fand ſie Bianchi oder Plancus 1730 zuerſt im Küſtenſand von Rimini, Beccari 1731 foſſil in den Tertiärſchichten von Bologna. Durch die gekammerte, ſpiralig gewundene Schale verleitet, hielt man die Geſchöpfe für Mollusken und zwar für Cephalopoden, gewiſſermaßen für Nautilusarten en miniature; ſelbſt d'Orbigny war anfänglich noch in dieſem Wahne befangen. Dujardin hingegen (1835), der Forſcher, welcher die Sarkode zuerſt erkannte und benannte, zeigte, daß dieſe Geſchöpfe mit den Cephalopoden höchſtens in der Schale eine ſehr entfernte Ähnlichkeit hätten.

Durch die Entdeckungen des Challenger iſt die Zahl der bekannten lebenden Kammerlinge um mehrere Hundert gewachſen. Das auf dieſer Expedition geſammelte Material an Foraminiferen fand in H. B. Brady einen ausgezeichneten Bearbeiter.

Nach den Unterſuchungen dieſes Forſchers ſind 98 bis 99 Prozent der Arten Bewohner des Bodens der See in verſchiedenen Tiefen. Hier liegen ſie teils oberflächlich auf dem Sand und Schlamm oder heften ſich an Schwämme und Korallen. Nur 8 bis 9 Gattungen mit etwa 20 Arten ſind pelagiſch, aber ſie ſind unglaublich reich an Individuen, und hauptſächlich aus ihren toten Schalen bildet ſich der Globigerinen-Schlick. Es iſt ſehr ſchwer, ja unmöglich, aus den mit der Dredſche heraufgeholten Bodenmaſſen die lebenden Individuen von der ungeheuren Menge toter zu iſolieren, da alles, oberflächliche und tiefere Schichten des Schlicks, durcheinandergemengt iſt. Leichter iſt es zu bewerkſtelligen bei den Proben, welche in die Höhlungen der Tiefſeelote eindringen, da dieſe ſchichtenweiſe geordnet bleiben: zu oberſt in der Kammer liegt auch die oberſte, zuerſt erreichte Schlammſchicht mit den lebenden Individuen.

In den größten Meerestiefen herrſchen Formen mit nur einer

Digitized by Google

großen Öffnung und mit aus Fremdkörpern gebildeter Schale vor, während die Gattungen mit kalkigem, von zahlreichen feinen Poren durchſetztem Gehäuſe in den weniger tiefen Gewäſſern überwiegen. Echte Tiefſeefamilien ſind die Aſtrorhiziden und Lituoliden, deren Arten teilweiſe eine ſehr weite Verbreitung haben: ſo wurde Rhabdammina linearis an der norwegiſchen Küſte im Hardanger Fjord, bei Irland, in den weſtindiſchen Gewäſſern, bei Buenos Ayres, Neuſeeland und Amboina gefunden. Die Schale dieſer „Sandforaminiferen“, wie man ſie wohl genannt hat, erſcheint in ſehr mannigfacher Geſtalt und Größe und die Art und Menge der ſie bildenden Fremdkörper iſt ſehr verſchieden. Bald iſt das Gehäuſe eine einzige Kammer von rundlicher Form, bald ſteigt von der Hauptkammer eine Röhre auf, die ſich mehrfach veräſteln kann, oder es ſtrahlen mehrere radiär von ihr aus; bei andern Arten wieder finden ſich mehrere Kammern, welche ſich dicht aneinander legen oder durch längere Röhrenſtücke miteinander verbunden ſind. Manche Spezies ſind frei, andere mit dem einen Ende feſtgewachſen und heben ſich in Geſtalt von Säulen oder kleinen Bäumchen in die Höhe, wieder andere ſind der Länge nach auf ihren Untergrund aufgewachſen.

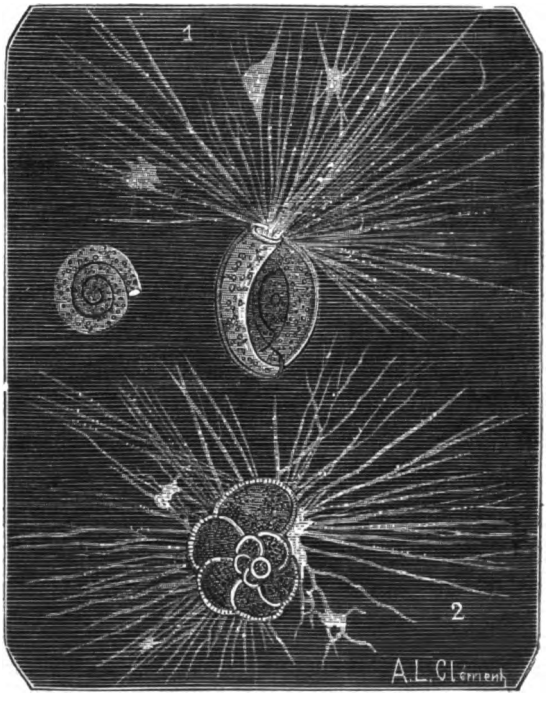


Fig. 42. Foraminiferen: 1) Miliola tenera, 2) Rotalia veneta, beide mit dem Tiere, 3) Schale von Cornuspira planorbis.

Es läßt ſich nicht verkennen, daß gelegentlich eine beſondere Aus-

Digitized by Google

wahl der zur Verſtärkung oder Bildung der Schale dienenden Fremdkörper aus dem umgebenden Materiale ſtattfindet, was namentlich rückſichtlich der Größe, bisweilen aber auch der Qualität gilt; ſo verfertigen ſich die Arten der Gattungen Pilulina und Technitella ihre kugelrunden oder geſtreckt ovalen Gehäuſe aus Sand. In der Regel indeſſen entſpricht doch der Charakter des aufgenommenen Stoffes demjenigen des umgebenden Meerbodens: ſo iſt es bei Storthosphaera und Pelosina ſehr feiner Sand oder Schlamm, bei den auf dem Globigerinenſchlick hauſenden Formen ſind es Schalen abgeſtorbener kleiner Foraminiferen, auf Korallenſand wird Kalk benutzt u. ſ. w. Dieſe Thatſachen erleichtern ſicher nicht die Syſtematik der Sandkammerlinge, denn es läßt ſich wohl denken, daß dieſelben Arten auf verſchiedenem Boden auch aus verſchiedenem Material verſchiedene Gehäuſe verfertigten. Ich muß überhaupt geſtehen, daß der Wert der meiſten Spezies der Aſtrorhiziden mir ſehr problematiſch vorkommt!

Dergleichen Verſtärkungen des Gehäuſes oder des Skelettes durch fremde Subſtanzen finden ſich öfters im Tierreiche: es giebt Seeſchnecken, deren Haus mit Bruchſtücken anderer Conchylien bedeckt iſt, manche Ringelwürmer bauen ſich ſehr kunſtreiche Röhren, bei gewiſſen Schwämmen beſteht faſt das ganze Skelett aus Fremdkörpern und die, auch in unſern ſüßen Waſſern nicht ſeltenen, Larven der Köcherjungfrauen (Phryganidae) bedecken ihr Wohngelaß mit allerlei im Waſſer aufgeleſenen Subſtanzen. Gerade dieſe Larven haben je nach den Arten ſehr verſchiedene Bauordnungen ſozuſagen, die einen nehmen zur Befeſtigung ihres Köchers bloß Sand, andre bloß tote Schnecken und Muſcheln, die dritten endlich abgeſtorbene Pflanzenreſte. Es iſt ſchwer verſtändlich, warum ſich dieſe Tiere auf gewiſſe Bauſtoffe kaprizieren, wie es übrigens auch die Gehäuſe tragenden Raupen mancher auf dem Lande lebenden Schmetterlinge thun, ja hier kann ſogar der Fall eintreten, daß die männliche Raupe anders baut als die weibliche.

Bei den Sandkammerlingen nun werden die Fremdkörper auf ſehr verſchiedene Art zuſammengehalten: bald drücken ſie ſich einfach in die oberſte Schicht der Sarkode ein, häufiger indeſſen ſondert dieſe eine chitinöſe hornige Schale ab, mit der ſich die Sandkörner verbinden;

Digitized by Google

dieſelbe kann von verſchiedener Mächtigkeit ſein: das eine Mal iſt ſie dick und ſehr weich und dann iſt auch das ganze Gehäuſe weich, bei andern Arten indeſſen tritt ſie ſo zurück, daß ſie kaum wahrnehmbar iſt, und dann liegen die Sandpartikel dicht nebeneinander wie ein Moſaik.

Einige dieſer Sandkammerlinge haben eine intereſſante Geſchichte. Sie wurden nämlich von Haeckel unter dem Namen „Phyſemarien“ als niederſte ſchlauchförmige Metazoën, als eine Art Vorläufer der Schwämme beſchrieben, eine Anſchauung, zu welcher der berühmte Forſcher leicht kommen konnte, da er auch bei den echten Schwämmen in der großen Maſſe der weichen Leibesſubſtanz ein Syncytium ſah, d. h. ein Produkt miteinander derart verſchmolzener Zellen, daß jede Spur von den urſprünglichen Wandungen verſchwunden ſei. Er nahm auch die Sarkodemaſſe der betreffenden Sandkammerlinge für ein Syncytium, um ſo mehr, da ähnlich geſtaltete Schwämme in der That vorkommen und in dieſer Ordnung die Aufnahme von Fremdkörpern nicht ungewöhnlich iſt. Um die Phyſemarien entbrannte eine heftige wiſſenſchaftliche Fehde, in der man ſich nicht mit Handſchuhen anfaßte und ſich gegenſeitig, tertiis gaudentibus, allerlei Liebenswürdigkeiten ſagte!

Die Schale der übrigen Foraminiferen beſteht in der Regel aus kohlenſauerem Kalk, kann oft ſehr dick und von porzellanartiger Beſchaffenheit ſein, richtet ſich aber häufig in ihrer Entwicklung nach der Tiefe, welche ihr Träger bewohnt. In größeren und, wie ſchon früher einmal erwähnt, kalkärmeren Tiefen wird ſie je dünner und dünner, ſchließlich ſo zart, daß ſie beim Trocknen zuſammenfällt, ja Miliolina subrotunda aus der ungeheuern Tiefe von 3950 Faden (ſtiller Ozean) hat ſtatt der Kalk- eine Kieſelſchale erhalten.

Manche Sandkammerlinge, namentlich von den röhrenförmigen (Botellina indivisa) oder geſtreckt gekammerten (Rheoplax nodulosa) erreichen Längen von 17—26 Millimeter, für ſolche Geſchöpfe eine rieſige Größe.

Die zweite Ordnung der Tiefſee-Rhizopoden, die der Strahlinge (Radiolaria), enthält die herrlichſten und ſchönſten Gebilde, die in der Tierwelt überhaupt vorkommen.

Ihr Körper zeigt in gewiſſer Hinſicht eine höhere Entwicklung als

Digitized by Google

derjenige der Kammerlinge, ja irgend einer Protozoëngruppe überhaupt. Zunächſt beſteht er aus zwei Hauptteilen, indem eine kleinere centrale Innenmaſſe ſich durch eine beſondere äußerſt zarte Haut, die Central- oder Binnenkapſel, gegen die mächtiger entwickelte Außenmaſſe als Binnenmaſſe abſchließt. Dieſe Haut bildet ſich bei den meiſten Strahlingen ſchon ſehr zeitig im Entwicklungsgange und hält ſich während des ganzen Lebens. Bei einigen tritt ſie indeſſen erſt ſpäter unmittelbar vor der Fortpflanzung auf. Denn die Binnenmaſſe iſt nicht nur das Centralorgan des ganzen Strahlings, der Kern des einzelligen Tieres, ſie vermittelt auch die Fortpflanzung, indem ihr Protoplasmainhalt ſich um feſtere Teilchen (Kernkörperchen) in Geſtalt ovaler Gebilde anlegt, welche äußerlich eine freie Hülle und an einem Pole eine lange bewegliche Geißel (Fig. 43, 3 und 4) entwickeln. Sie ſprengen ſpäter die mütterliche Centralkapſel, ſchwärmen, ſich mittels ihrer Geißel lebhaft bewegend aus und werden nach und nach zu jungen Strahlingen. Daneben kommen noch allerlei andere Bildungen in dem Binnenprotoplasma vor: es kann runde, mit heller Feuchtigkeit gefüllte Hohlräume (Vakuolen), Fetttröpfchen, winzige bunte Pigmentkörperchen, Kryſtalloide und wahre Kryſtalle enthalten. Die Kryſtalloide ſind organiſcher Natur, finden ſich ſehr allgemein und ſcheinen Reſervenahrſtoffe für die junge Schwärmbrut

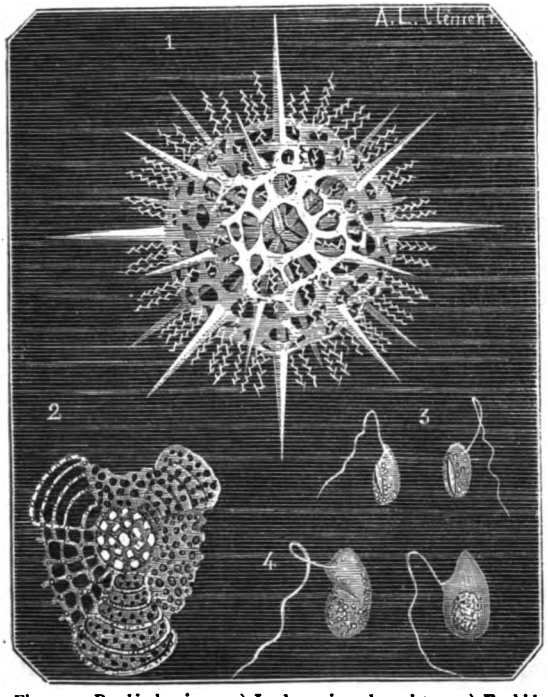


Fig. 43. Radiolarien: 1) Lychnaspis polyancistra, 2) Euchidonia Berkmanni, — beide Oberflächenformen aus dem Mittelmeer, 3) Sporen mit, 4) ohne Kryſtalloid im Innern.

Digitized by Google

zu ſein, ſehr häufig findet ſich wenigſtens in dieſen Sporen je eines von ihnen (Fig. 43, 3). Nur ſelten (bei einigen wenigen Arten aus der Legion der Spumellarien) findet ſich in der Binnenmaſſe ein wahrer, himmelblaugefärbter und aus anorganiſcher Subſtanz beſtehender Kryſtall. Dieſe Subſtanz iſt der Farbe und der Form nach ſchwefelſaures Strontian (Coeleſtin).

Die Kapſelhaut iſt entweder von einer großen Anzahl feinſter Öffnungen durchbohrt oder hat einige wenige größere, von denen eine weit ſtärker entwickelt iſt als die übrigen. Durch dieſe Lücken tritt das Binnenprotoplasma mit dem Außenprotoplasma in verbindenden Zuſammenhang. Dieſes letztere zeigt eine dreifache Schichtung. Zunächſt außen auf der Kapſelwand befindet ſich eine dünne Schicht körnerreichen Protoplasmas, das mit der Binnenmaſſe durch die eben erwähnten Löcher der Kapſelmembrane unmittelbar zuſammenhängt. Auf dieſe, als Sarcomatrix bezeichnete Schicht, folgt eine weit anſehnlichere, aus einer homogenen eiweiß- oder gallertartigen Maſſe beſtehende Decke, das Calymma (*τὸ κάλυμμα* = die Decke). Dieſes Calymma iſt waſſerreich, meiſt hyalin, ſtrukturlos oder höchſtens mit Hohlräumen (Alveolen) von ſehr verſchiedener Konſiſtenz verſehen und iſt wohl ein Abſcheidungsprodukt des übrigen Außenplasmas. Durch dieſes Calymma ſteigt von der Sarcodematrix (Fleiſchſtoff-Mutterboden), ein Netzwerk feiner Fäden hindurch, das mit einer außen aufgelagerten, von großen Hohlräumen durchſetzten und ein oberflächliches Netzwerk bildenden Schicht körnerreichen Protoplasmas (Sarcodictyum, Fleiſchſtoff-Netz) zuſammenhängt. Von dieſem Sarcodictyum erheben ſich die zahlreichen, ſehr feinen Scheinfüßchen, und hier werden Hauptteile des Skeletts gebildet.

Dieſes Außenprotoplasma vermittelt alle Beziehungen des Strahlings zur umgebenden Welt: durch dasſelbe vollzieht ſich Empfindung, Bewegung, Atmung und Ernährung, außerdem bilden ſich in ihm die weſentlichſten Schutzvorrichtungen in Geſtalt des Skeletts.

Dieſes iſt meiſt kieſelig, — wenn auch nach meiner Meinung dem Kieſel immer, und ſei es in noch ſo geringer Menge, organiſche Subſtanz beigemengt ſein oder richtiger deſſen Grundlage bilden wird —

Digitized by Google

oder es iſt bisweilen rein organiſch und beſteht aus einer eigentümlichen Subſtanz, der Stachelſubſtanz oder dem Acanthin.

Die Geſtalten dieſer Skelettbildungen, welche nur ſelten fehlen, ſind unglaublich mannigfaltig. Bald ſind es einzelne loſe Nadelgebilde, welche ſich tangential anordnen, bald treten ſie zu höchſt zierlichen Gitterkugeln zuſammen, welche mit regelmäßigen Stacheln beſetzt ſind. Gelegentlich ſtecken mehrere ſolche Kugeln konzentriſch ineinander und ſind durch Kieſelbrücken miteinander verbunden. Ein andermal wieder ſehen wir, wie im Centrum des ganzen Geſchöpfs lange Strahlen immer in der Zahl 20 zuſammenſtoßen, die Centralkapſel und das ganze Außenprotoplasma durchbrechen und ſich auf deſſen Außenſeite durch ein mehr oder weniger regelmäßiges Kieſelflechtwerk verbinden (z. B. Lychnaspis polyancistra Fig. 43, 1). Oder aber dieſe Bildungen nehmen allerlei phantaſtiſche Geſtalten an, erſcheinen als Helme, Körbchen, Laternen, Diſtelblüten, Reuſen, entwickeln ſich plattenartig größtenteils in einer Ebene als durchbrochene vier- oder dreiarmige Kreuze (z. B. Euchidonia Berkmanni Fig. 43, 2), Scheiben, Schalen, Spangen, Sporen und in hunderterlei andern Geſtalten, mit welchen wir nichts vergleichen können und die ganz eigenartig ſind. Aber alle dieſe Formen ſind ele-

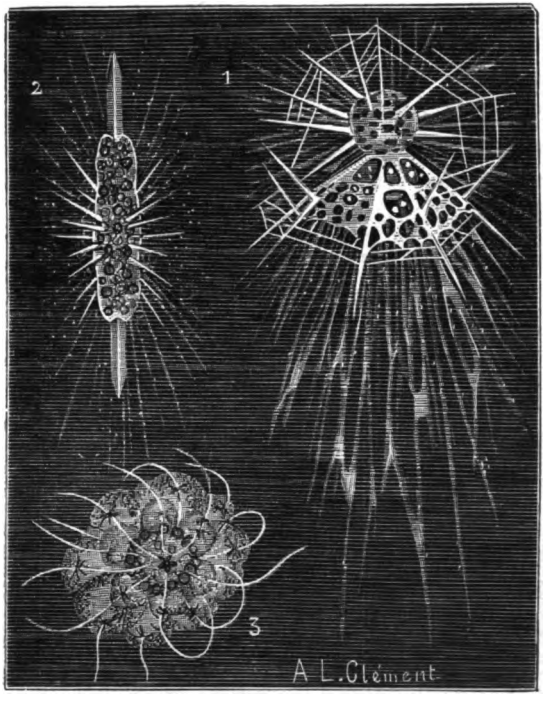


Fig. 44. Oberflächen-Radiolarien: 1) Arachnocorys circumtexta, Mittelmeer. 2) Amphilonche heteracantha, Mittelmeer, atlantiſcher Ozean. 3) Acanthometron elasticum, kosmopolitiſch.

Digitized by Google

gant, oft selbst von entzückender Schönheit, und Haeckels Radiolarienwerke sollten in keiner Kunstgewerkschule fehlen, denn sie enthalten auf ihren herrlichen Tafeln einen großen, noch ganz ungehobenen Schatz reizender Motive, namentlich für den Goldarbeiter, Kunstschlosser, Majolikafabrikanten und für den Flechter der jetzt erst in Aufnahme kommenden Barock-Korbwaren, — Motive so zahlreich, mannigfach und wunderbar, wie sie keine menschliche Phantasie erdenken kann.

Die Mehrzahl der Strahlinge sind mikroskopische Einzelwesen, aber es giebt auch kolonienbildende unter ihnen. Alle sind Bewohner des Meeres in seinen verschiedensten Tiefen.

Haeckel teilt die Radiolarien in zwei Unterklassen und jede von diesen wieder in zwei Legionen. Bei der ersten Unterklasse (Porulosa oder Holotrypasta) ist die Centralkapsel ursprünglich kugelrund, ihre Haut von zahlreichen feinen Poren durchbohrt, aber ohne größere Hauptöffnung. Die erste Legion (Spumellaria) enthält Formen, deren Centralkapsel in ihrer Haut unzählbare, allenthalben unregelmäßig verteilte feine Poren besitzt. Der Kernkörper der Binnenmasse ist von Haus aus sphärisch. Ein Skelett fehlt entweder oder ist kieselig, entsteht aber niemals innerhalb der Centralkapsel. Bei den Arten der zweiten Legion (Acantharia) sind die Poren zählbar und regelmäßig angeordnet und sie besitzen ein Skelett, das immer innerhalb der Binnenkapsel aus Acanthin entsteht.

Die zweite Unterklasse (Osculosa oder Monotrypasta) ist hauptsächlich dadurch ausgezeichnet, daß die Centralkapsel nicht mehr rund ist, sondern eine Hauptaxe besitzt und daß ihre Membrane an dem einen Pole dieser Axe (von Haeckel als Mundpol bezeichnet) die Durchbohrungen zeigt. Bei den Nassellarien (Nassellaria), welche die eine Legion dieser Unterklasse bilden, ist die eiförmige Centralkapsel einfach und ein siebartiges Porenfeld befindet sich an ihrem einen Pole; in der Nähe des andern, also excentrisch, liegt der Kernkörper. Das kieselige extrakapsuläre Skelett hat meist eine Hauptaxe. Von der originellsten in jeder Beziehung merkwürdigen Legion der Phaeodaria war vor der Challenger-Expedition keine Art eigentlich gekannt, denn wenn auch hin und wieder einmal ein paar tote Schalen beschrieben und abgebildet wurden, so konnte doch niemand die wahre Natur dieser Geschöpfe erkennen. Diese

Digitized by Google

Natur ist aber so eigenartig, daß es mir scheint, man könne die Phaeodarien mit mehr Recht als eine eigene Subklasse der Radiolarien auffassen und die Nassellarien als dritte Legion zu den Porulosen ziehen. Jedenfalls sind ihre Organisationsverhältnisse von denen der übrigen Strahlinge sehr wesentlich verschieden. Ihre Kapsel ist sphärisch, mit einer Hauptaxe, hat eine doppelte Membran, die an dem einen Pole der Axe von einer Hauptöffnung mit strahligem Rande durchbrochen ist. Der Kernkörper liegt in der Hauptaxe, das Skelett ist kieselig, extrakapsulär, und im Calymma entwickelt sich ein besonderer konkav-konvexer Teil, der reich an grünem bis braunen Pigment ist, das Phaeodium, welches sich mit seiner konkaven Seite über die Hauptöffnung der Binnenkapsel wegwölbt.

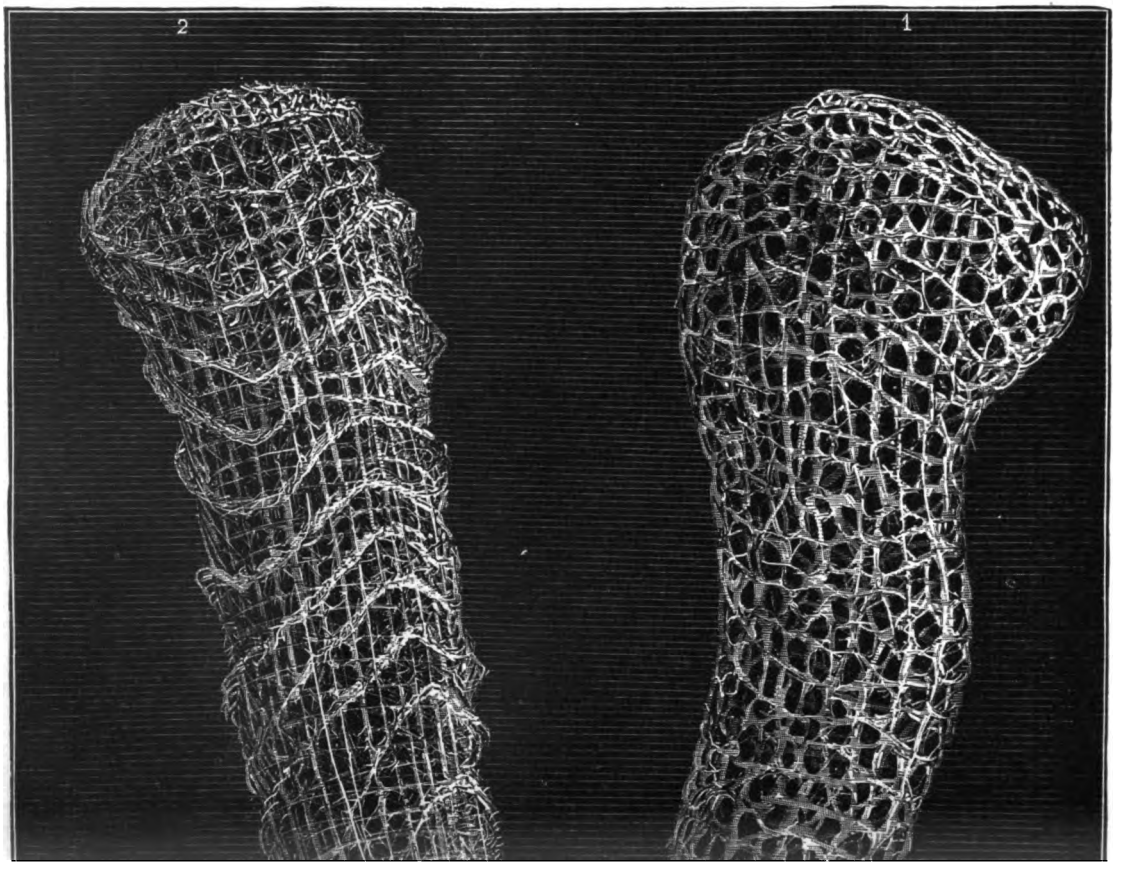
In seinem Rapporte, der nicht bloß die Bearbeitung des auf dem Challenger erbeuteten Radiolarienmaterials enthält, sondern die aller bekannten Formen, beschreibt Haeckel 739 Gattungen und 4318 Arten, von denen 3508 neu sind, und er versichert, er hätte die Artenzahl leicht noch um mehr als 1000 vermehren können. Die reichste Fundstelle für diese Tiere ist der Radiolarien-Schlick des Centrums des stillen Ozeans, — in einem einzigen mikroskopischen Präparate von diesem waren bisweilen 50 neue Spezies enthalten!

Was die vertikale und horizontale Verbreitung dieser wundervollen Organismen angeht, so lassen sie sich nach den Meeresschichten, in denen sie vorkommen, in drei Kategorien einteilen. Die pelagischen Formen bewohnen die Oberfläche aller Meere in einer gewissen Entfernung von der Küste in großen Scharen, und wir finden auch bei ihnen wieder eine bei der Verbreitungsart so vieler Tiere zu beobachtende Erscheinung, daß nämlich unter den Tropen die Zahl der diese Scharen bildenden Arten weit größer, die Menge ihrer Individuen indessen weit geringer ist als unter den kältern Breiten, — die Summe des Radiolarienlebens wird aber, abgesehen von den äußersten arktischen und antarktischen Gewässern, auf dem Ozean unter allen Breiten nahezu gleich sein.

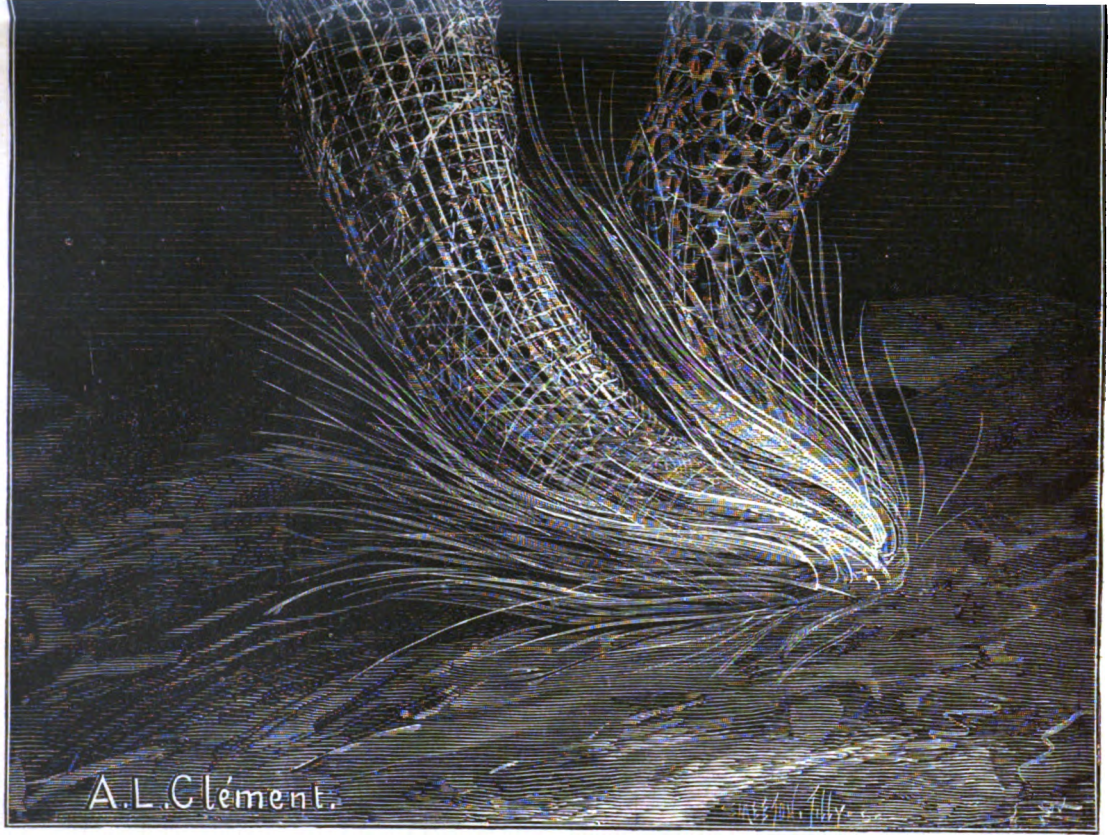
Auf diese pelagische Radiolarienfauna folgt eine zonariale, die sich schichtenweise von oben nach unten ordnet und in den Arten der ver-

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Ausgewaschene Skelette zweier Hexactinelliden.

2) Euplectella aspergillum.

1) Alcyoncellum speciosum.

Digitized by Google

Digitized by Google

ſchiedenen Schichten oft bedeutende und charakteriſtiſche Unterſchiede aufweiſt.

Die große Mehrzahl der Radiolarien indeſſen entſtammt der Tiefſee, und wenn auch nicht alle hier gelebt haben mögen, ſondern tot hinab geſunken ſind und ſich mit ihren Skeletten an der Bildung des Radiolarien-Schlicks beteiligen, ſo iſt doch auch die Zahl derjenigen, welche, in wundervoller Erhaltung aller Weichteile, aus jenen Gründen mit heraufgebracht wurden, folglich doch wohl auch dort gelebt haben werden, keine geringe. Die Hälfte aller von Haeckel beſchriebenen Formen rührt aus dem Radiolarien-Schlick der centralen Regionen des ſtillen Ozeans aus Tiefen von 2000 bis 4000 Faden her. Die Mehrzahl der originellen Phaeodarien, auch zahlreiche Naſſellarien entſtammen der Tiefſee, während die Acantharien und Spumellarien mehr der pelagiſchen und zonariellen Fauna angehören. Zwei Charaktere ſind den wirklich abyſſiſchen Formen, wie es ſcheint, gemeinſam, erſtens nämlich ſind ſie durch die Bank kleiner als die mehr oberflächlich vorkommenden Verwandten, und zweitens zeigt ihr Skelett etwas andere Architekturverhältniſſe, indem nämlich die Schalen derber, die Balken des Trabekelwerkes ſtärker und die von dieſen umſchloſſenen Maſchen kleiner ſind als bei pelagiſchen Formen derſelben Gruppen.

In den ſüßen Gewäſſern haben die Strahlinge, von denen Haeckel ſagt, daß ſie der morphologiſchen Betrachtung eine neue Welt erſchließen, keine Vertreter.

Fünftes Kapitel.

Die Coelenteraten oder Hohltiere der Tiefſee.

A. Die Schwämme (Spongiae).

Vor nunmehr 41 Jahren trennte Rudolf Leuckart von dem alten Cuvierſchen Tierkreis der Strahltiere (Radiata) die Polypen und Quallen als Hohltiere oder Coelenteraten ab, denen er ſpäter noch die Schwämme oder Spongien (Spongiae s. Porifera) hinzufügte.

Das Charakteriſtiſche für die Hohltiere iſt, daß ſie keinen Mund und

Digitized by Google

keinen After beſitzen, ſondern eine einzige zu den Verdauungsorganen führende Öffnung, welche für beide zugleich fungiert, daß weiter ihre verdauende Höhlung keine eigene Wandung beſitzt, daß zwiſchen ihr und der Leibeswand keine Leibeshöhle ſich befindet, und daß ſie, reſp. ihre verzweigten Ausſtülpungen zugleich der Cirkulation mit dienen, — die Coelenteraten haben einen gemeinſamen Gaſtrovascularapparat.

Über die Zugehörigkeit der Schwämme zu dem Tierkreiſe der Hohltiere gehen die Urteile der Forſcher, ſelbſt der Spezialiſten, ſehr auseinander: Leuckart, Haeckel, Claus, denen auch ich mich anſchließe, ſehen in ihnen echte Coelenteraten, F. E. Schulze, Sollas, Vosmaer geben zwar zu, daß es wahrſcheinlich Metazoën ſeien, möchten ſie aber doch nicht ſo ohne weiteres mit den Polypen und Quallen in einen Tierkreis vereinigt wiſſen, ſehen in ihnen vielmehr eigenartige Geſchöpfe. Eine dritte Gruppe von Forſchern, zu denen James Clark, Saville Kent und neuerdings auch Bütſchli gehören, betrachtet ſie als Kolonien von Infuſorien, von ſogenannten Cilioflagellaten.

Ein jeder von uns hat natürlich ſeine guten Gründe für ſeine Anſchauung, oder glaubt ſie doch zu haben, und für die nächſte Zeit iſt eine Vereinigung der Anſichten nicht wahrſcheinlich, — wenigſtens hoffe ich nicht, meine Gegner zu bekehren, finde aber andrerſeits, nach meinem ſubjektiven Urteile, ihre Gründe nicht derart, daß ſie mich beſtimmen könnten, die Segel zu ſtreichen. Es iſt hier nicht Ort und Gelegenheit, die Urſache ſo verſchiedener Meinungen zu entwickeln, ich mußte der Thatſache bloß Erwähnung thun, um die Überſchrift dieſes Kapitels zu motivieren, durfte aber doch die gegenteilige Anſicht bewährter Forſcher dabei nicht mit Stillſchweigen übergehen. Die Schwämme ſind, mit wenig Ausnahmen, wie alle Coelenteraten, Bewohner des Meeres von meiſt unregelmäßiger, knolliger, becherartiger, blattförmiger, lappiger, gefingerter bis verzweigter Geſtalt; in einzelnen wenigen Fällen, wenn ſie regulär gebaut ſind, folgen ſie dem ſtrahligen Typus. Immer ſind ſie mit einem Ende oder einer Fläche an den Boden befeſtigt, entweder an ihm feſtgewachſen oder durch beſondere Anker (Fig. 45, 4 u. 5) und Wurzelausläufer mit ihm verbunden. Die Außenſeite iſt bedeckt von einer äußerſt feinen Haut (dem Ektoderm), ihr Gaſtro-

Digitized by Google

vascularapparat wird ausgekleidet von einer zweiten, gleichfalls ſehr zarten (dem Entoderm). Zwiſchen beiden liegt eine dritte, immer viel ſtärker, bisweilen koloſſal entwickelte Mittelſchicht (das Meſoderm). Die phyſiologiſche Bedeutung der Oberhaut iſt noch nicht ganz klar, vielleicht vermittelt ſie die Empfindung, ſcheidet vielleicht bei andern eine mehr oder weniger differenzierte Membrane (als Kutikularbildung) ab, mit welcher ſich unter Umſtänden Fremdkörper vereinigen. Höher entwickelt und in ihrem Weſen und ihrer Leiſtung leichter verſtändlich erſcheint die innere Haut.

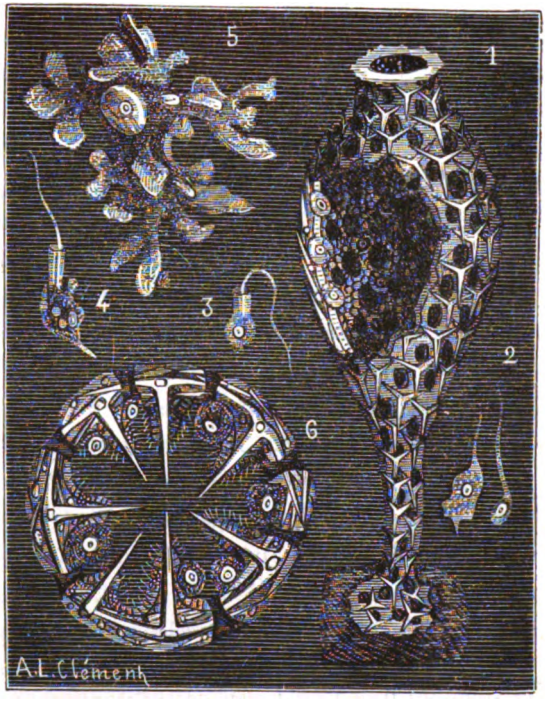


Fig. 45. Anatomie von Kalkſchwämmen. Fig. 1. Ascetta primordialis, Einzelperſon, ein Stückchen Wandung links weggeſchnitten. Auf der Aufſenſeite die von dreiaxigen Nadeln umrahmten Poren, welche mittels kurzer Kanäle in den Magenraum führen, der in dieſem Falle von Kragen- oder Geiſſelzellen (3 und 4) ausgekleidet iſt. Am äufsern Schnittrande ſieht man 3 Eier. Oben iſt die Mundöffnung. 2. Samenfäden. 5. Bewegliches (amöboides) Ei. 6. Querſchnitt durch Ascaltis Gegenbauri. Man ſieht den durch vorſpringende Nadeln bewirkten radiären Bau, Geiſſelzellen, Eier und ſieben in den Magenraum führende Kanäle.

Der Gaſtrovascularapparat der Schwämme iſt eigenartig entwickelt. In dem typiſchen Falle, wie er gelegentlich bei erwachſenen Individuen, häufiger bei jugendlichen, noch nicht vollentwickelten (Larven) auftritt, bemerken wir in dem Schwamme einen centralen Hohlraum (Magenraum), der am freien Ende mittelſt einer größeren, dem Mundafter der übrigen Hohltiere entſprechenden Öffnung (Osculum) mit der Außenwelt in Verbindung tritt. Von dem Magenraume ausgehend verzweigen ſich, unter fortwährender Teilung enger und enger werdend, im Querſchnitte runde Kanäle durch die Maſſe der Wandung

Digitized by Google

des Schwammes und münden auf deſſen Außenſeite mittels feiner Poren. Stellenweiſe erleiden dieſe Kanäle in dem mittleren Teile ihres Verlaufs Erweiterungen, in der Regel in Geſtalt von Hohlkugeln. Dieſe können in verſchiedener Anzahl und verſchiedener Anordnung gruppenweiſe zuſammentreten. Nach der Anſicht der einen iſt der Magenhohlraum und das ganze Syſtem der Kanäle von Binnenhaut (Entoderm) ausgekleidet, nach derjenigen anderer Forſcher nur bis zu und mit den Erweiterungen, während die von dieſen nach außen verlaufenden Fortſetzungen (zuführende Kanäle) durch Einſtülpung von außen entſtehen und mit Außenhaut (Ektoderm) austapeziert ſein ſollen.

In den Erweiterungen ſelbſt erfahren die auskleidenden Zellen des Entoderms eine weſentliche Veränderung. Während ſie ſonſt abgeplattet erſcheinen, ſind ſie hier langgeſtreckt und am obern, in den Kanal vorragenden Ende mit einem geißelförmigen Fortſatz verſehen. Sie aber ſind es, welche überhaupt den Stoffwechſel des Schwammes ermöglichen. Wenn der Schwamm nicht ruht, ſo bewegen ſich die Geißeln dieſer Zellen mit lebhaften Schwingungen in einer Richtung centripetal nach dem Magenraum hin. Dadurch erzeugen ſie einen Waſſerſtrom, welcher erfüllt mit fein ſuspendierten Nahrungsmitteln und mit atmoſphäriſcher Luft von den Wandungsporen her durch das Kanalſyſtem ſtrömt. Unterwegs giebt er die Subſtanzen, deren Vehikel er iſt, ab: Luft d. h. Sauerſtoff an die Geißelzellen ſelbſt, welche daher zugleich auch reſpiratoriſche Organe ſind, und die feinen Nährmaterialien an dieſe und an diejenigen Entodermzellen, welche das Kanalſyſtem (abführende Kanäle) zwiſchen den mit Geißelzellen ausgeſtatteten Erweiterungen, den „Geißelkammern“ oder „Wimperkörben“ und dem Magenraum auskleiden. Das ausgenutzte Waſſer ſtrömt mit Gewalt in dieſen und weiter aus der Mund-Afteröffnung heraus, indem es alle nicht verwertbaren, in die Spongie von außen eingeführten Subſtanzen und deren eignen Abfallſtoff, zur Zeit der Fortpflanzung auch die Geſchlechtsprodukte mit ſich nimmt.

Die umfangreiche Maſſe des Meſoderm beſteht aus einer hyalinen Grundſubſtanz von verſchiedener, gallertartiger bis knorpeliger Konſiſtenz. In dieſer befinden ſich Zellen von verſchiedenem Bau und ver-

Digitized by Google

ſchiedener Funktion. Die einen ſind rund mit verſchieden langen, zarten, nach allen Richtungen ſtrahlenden Ausläufern. Sie ſind beweglich und vermögen in der Grundſubſtanz zu wandern, beſitzen einen deutlichen Kern und ausdehnbare Wandungen. In dem hungernden Schwamm ſind ſie zuſammengefallen und gruppieren ſich um die Geißelkammern und um die von dieſen zum Magenraum führenden Kanäle, nehmen den von dem Entoderm aſſimilierten Stoff in Geſtalt feiner Körperchen in ſich auf und ſchwellen dabei an. Sind ſie gefüllt, ſo wandern ſie langſam durch das Gewebe des Schwammes dahin, verarbeiten die Nahrung weiter und geben ſie an die Umgebung in anderer Geſtalt ab. So übernehmen ſie die Leiſtungen, welche bei höheren Tieren der Lymphe und dem Blute zufallen. Andere, mehr an der Oberfläche, namentlich um die Poren der Außenſeite (Einſtrömungsöffnungen) und um das Osculum (Mundafter- oder Ausſtrömungs-Öffnung) gelegene nehmen eine ſehr geſtreckte Geſtalt an und gleichen ganz den glatten Muskelfaſern höherer Geſchöpfe, haben auch deren Funktion, indem ſie, als Sphinkteren wirkend, die von ihnen umlagerten Öffnungen zu ſchließen vermögen.

Zu gewiſſen Zeiten nehmen vollgeſättigte Wanderzellen in der Nähe der ausführenden Kanäle eine ruhende Stellung ein und geben die aufgenommenen Nahrungsmittel nicht weiter ab, ſondern verwerten ſie ſelbſt. So bilden ſie ſich, wenn ſie ganz bleiben, zu Eiern, oder, wenn ihr Inhalt eigenartig zerfällt, zu Samenballen um. Schließlich finden ſich auch noch in dem Meſoderm diejenigen Zellen, welche auf verſchiedene Art das Skelett bilden, das für die Deutung der Verwandtſchaftsverhältniſſe und für die Syſtematik der Schwämme von größter Wichtigkeit iſt und von allen Teilen derſelben die weitgehendſte Anpaſſungsfähigkeit, mithin die bedeutendſten Verſchiedenheiten zeigt.

Auf Grund dieſer Verſchiedenheiten unterſchied man früher ſchon Kalk-, Kieſel-, Horn- und Gummiſchwämme, eine Einteilung, von welcher man indeſſen in neuerer Zeit und mit Recht in mehreren Punkten abgekommen iſt. So exiſtiert zwiſchen gewiſſen Kieſel- und den Hornſchwämmen kein durchgreifender Unterſchied, es laſſen ſich vielmehr die Übergänge zwiſchen beiden mit Leichtigkeit nachweiſen, —

Digitized by Google

andererſeits ſtimmten die Formen der alten Gruppe der Kieſelſchwämme eben nur in dem Material ihrer Skelettbildungen, durchaus aber nicht in deren Geſtalt und Anordnung und ſonſt überhaupt nur in den weſentlichſten, ſie im allgemeinen eben als Schwämme charakteriſierenden Eigenſchaften miteinander überein. Auch die Gummineen oder Gummiſchwämme ſind eine zweifelhafte Geſellſchaft, in welcher allerlei durch Rückbildungen entſtandene Formen mit ſcheinbarer, äußerlicher aber nicht auf innerlicher Verwandtſchaft beruhender Ähnlichkeit aufgenommen ſind.

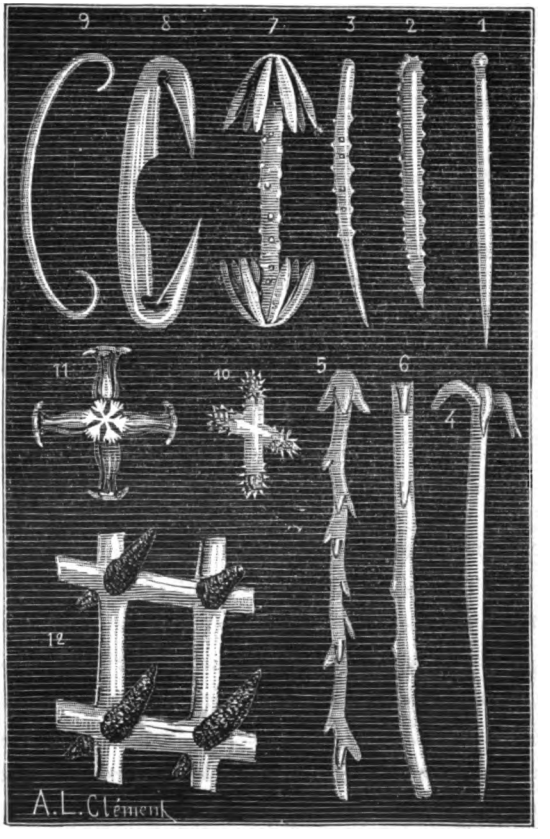


Fig. 46. Kieſelkörper von Spongien: 1 Suberites carnosa, — 2, 3 Halichondria incrustans, — 4 Stelletta Collingsii, — 5, 6 Euplectella aspergillum, — 7, 10, 11 Hyalonema mirabile, — 8 Desmacidon Johnsoni, 9 Desmacidon variantia, 12 aus verſchmolzenen Sechſtrahlern beſtehendes Gitterwerk einer dictyoninen Hexaktinellide (Farrea).

Die Syſtematik der Schwämme iſt überhaupt keine leichte Sache, namentlich durch ihre außerordentliche Variabilität und ihre Fähigkeit ſich durch äußere Umſtände beeinfluſſen zu laſſen und ſich ihnen anzupaſſen, — ſelbſt die Skelettelemente können in Form, Größe und Anordnung ſchwanken, obwohl ſie noch die beſten, unterſcheidenden Charaktere liefern.

Gar nichts iſt für die meiſten Formen, namentlich des oberflächlichen Waſſers, auf die Geſtalt zu geben und dieſe Charakterloſigkeit

Digitized by Google

im äußern Habitus hat mehr wie einen Grund. Zunächſt können, wie ſchon hervorgehoben (vgl. S. 120), Waſſerſtrömungen von umformendem Einfluſſe ſein, oft auch der Umfang und die Konfiguration des Wohnorts. Schwämme z. B., welche, was viele gern thun, an der Unterſeite von Steinen wachſen, müſſen ſich ſelbſtverſtändlich den hier gebotenen Raumverhältniſſen anpaſſen. Ein anderer die Geſtalt modifizierender Umſtand liegt in dem Grade, in welchem das bewohnte Waſſer mit nährenden Subſtanzen angefüllt zu ſein pflegt. Sind dieſelben reichlich vorhanden, ſo behält der Schwamm eine einfache ſphäriſche oder walzige Form; wo aber die Nahrung ſpärlich wird, vermehren ſich ſeine Fangapparate. Das aber ſind die zuführenden Kanäle mit den Geißelkammern, für welche die Poren der Oberfläche die Mäuler ſind. Wie wächſt nun der Schwamm unter ſolchen Umſtänden am praktiſchſten? Wollte er im ganzen wachſen, ſo würde er dies, gerade wegen den herrſchenden kümmerlichen Ernährungsverhältniſſen nicht können. Was thun? Er vermehrt einfach beim langſamen Wachſen ſeine Oberfläche, er faltet ſich ein, bildet Vorſprünge, Äſte, Blätter, mäandriſche Labyrinthe u. ſ. w. und indem er das thut, vermehrt er die Zahl ſeiner zur Nahrungsaufnahme fähigen äußern Kanalöffnungen oder Poren. Man kann im allgemeinen ſchließen, daß, wenn man zwei Exemplare derſelben Schwammart von verſchiedener Geſtalt vor ſich hat, dasjenige, welches bei gleichem Körperinhalt eine kleinere Oberfläche beſitzt, von einer Lokalität ſtammt, wo die Exiſtenzbedingungen, in erſter Linie die Ernährungsverhältniſſe, günſtig waren.

Ein anderer und hauptſächlicher Grund des Polymorphismus der Schwammarten liegt in der Fähigkeit der meiſten, ihr Wachstum auf eine beſondere Art zur Geltung zu bringen, welche der Fortpflanzung nahe verwandt iſt.

Wir unterſcheiden unter dieſen Tieren „Einzelweſen“, Perſonen, wie Haeckel ſie nennt, und „Stöcke“, Kormen nach der Nomenklatur desſelben Forſchers. Die Stöcke umfaſſen mehrere Perſonen und demzufolge eine Anzahl von Magenräumen und Mundöffnungen, ſie entſtehen aber durch das Wachstum einer urſprünglich einfachen Perſon, das vom Magenhohlraum ausgeht. Dieſer bildet irgendwo eine Aus-

Digitized by Google

buchtung oder Divertikel, welcher, öfter unter Vorſchiebung der vorliegenden Schwammſubſtanz, ſeltener ohne dieſelbe die Oberfläche durchbricht. Sobald er das gethan hat, iſt der neue Magenraum mit einem neuen Mundafter und zwar im Zuſammenhange mit dem urſprünglichen fertig, — aus der Perſon wurde ein Kormus, aus dem Einzeltier eine Kolonie.

Unſere Fig. 45, pg. 157 zeigt uns einen Kalkſchwamm (Ascetta primordialis), der eine einzelne Perſon bildet, Fig. 47 hingegen einen andern (Ascandra pinus), der eine baumförmige Kolonie iſt; — die kleinen Anſchwellungen an den Spitzen ſeiner Äſte ſind Erweiterungen ſeiner Magenräume, in welche die (runden, ſchwarz dargeſtellten) Mund-After-Öffnungen führen. Es kann das ganze Syſtem von Magenräumen einer Schwammkolonie mit einander kommunizieren, braucht es aber nicht zu thun, indeſſen geht das Vermögen, eine gewiſſe Selbſtändigkeit zu erlangen, bei den einzelnen Individuen eines Stockes nicht ſoweit (wenigſtens iſt kein Fall bekannt), daß ſie ſich loslöſen könnten, ſo oft das auch bei manchen andern Coelenteraten geſchieht. Eine künſtliche Trennung vermögen manche aber leicht zu überdauern.

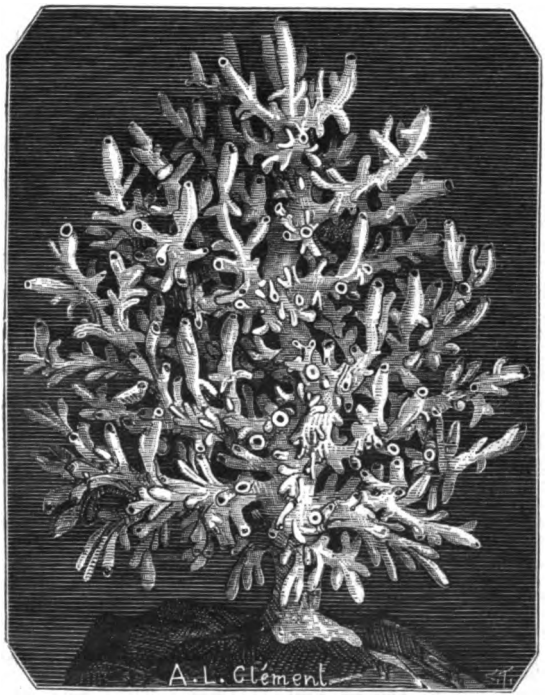


Fig. 47. Ascandra pinus, baumförmiger Kormus eines Kalkſchwammes.

Die Verhältniſſe, unter denen Magen und Aftermund bei den Schwämmen auftreten, ſind übrigens auch ſonſt wunderbar genug. Sie

Digitized by Google

können nämlich durch Verwachſung vollkommen verſchwinden, der Schwamm erleidet Aſtomie oder Lipoſtomie und Agaſtrie oder Lipogaſtrie. Das kann einer Perſon, aber auch einer Kolonie widerfahren, und während dann ein Teil der Poren und der Kanäle als zuführend wirkt, fließt das entwertete Waſſer durch einen andern Teil ab. Dann ſchlagen die Geißeln der mit Kragen verſehenen Zellen in den Wimperkörben nicht mehr alle in centripetaler Richtung, ſondern in einer quer durch den ganzen Körper hindurchgehenden, die einen ſtrudeln das Waſſer herein, die andern hinaus.

Alle dieſe Umſtände tragen natürlich in hohem Grade dazu bei, die Syſtematik der Schwämme ſehr weſentlich zu erſchweren. Bisweilen iſt man wirklich ratlos und weiß nicht, ob man es mit einer Perſon oder mit einer Kolonie zu thun hat, ob jene knollenförmige Maſſe und dies zierlich veräſtelte Bäumchen ein und derſelben Art angehören. Erwähnung verdient es aber wiederholt, daß gerade die Tiefſeeſchwämme am wenigſten ſo ſchwankende Verhältniſſe zeigen.

Wir unterſcheiden folgende Ordnungen und Unterordnungen: 1) Kalkſchwämme (Calcaria), die Nadeln beſtehen aus kohlenſauerm Kalk und zeigen meiſt vier in einen Punkt zuſammentretende Strahlen (entſpr. den Axen einer dreiſeitigen Pyramide). 2) Faſerſchwämme (Fibrospongiae); dieſe Ordnung enthält zunächſt die Unterordnung der Einaxer (Monactinellidae), deren Skelett aus einaxigen Kieſelnadeln beſteht. Sie geht unter kontinuierlich verfolgbarem Schwund und Rücktritt der Kieſelgebilde und ſtatt deſſen vermehrtem Hervortreten und ſchließlich alleinigem Überhandnehmen von aus Hornſubſtanz gebildeten Faſern (Badeſchwamm!) in die Untergruppe der Hornſchwämme (Ceratosa s. Ceraospongiae) über. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß auch ein Teil der Gummiſchwämme (Myxospongiae) aus dieſer Gruppe unter Schwund der Skelettelemente hervorgegangen iſt. Eine ſehr eigenartige Gruppe der Hornſchwämme bilden die Jodſchwämme (Aplysinidae), deren Horngewebe beim Verbrennen einen ganz auffallenden Geruch von Jod von ſich geben, während das Skelett der Hornſchwämme, wovon ſich jeder mittels eines Stückchens Badeſchwamm leicht überzeugen kann, dabei einfach abſcheulich, wie verbrannte Haare,

Digitized by Google

Pferdehufe oder Federn etwa, ſtinkt. 3) Vierſtrahler (Tetractinellidae) ſind Kieſelſchwämme, deren vier charakteriſtiſche Nadeln gleichfalls den Axen einer dreiſeitigen Pyramide entſprechen. Es ſcheint indeſſen, daß dieſe Vierſtrahler zu Einſtrahlern ſich reduzieren (Tethya!) oder wohl auch ganz verloren gehen können (ein anderer Teil der Gummiſchwämme?).

Ihre höchſte Entfaltung und ihre zierlichſten Bildungen gewinnen die Schwämme aber in der vierten Ordnung, in den Glasſchwämmen (Hexactinellidae s. Hyalospongiae), deren äußerſt mannigfach geſtalteten kieſeligen Skelettbildungen der Sechsſtrahler, entſprechend dem Axenſyſtem einer vierſeitigen Doppelpyramide zu Grunde liegt.

Die Kalkſchwämme ſind meiſt klein und ſtellen entweder einzelne Perſonen von oft großer Einfachheit (Ascetta primordialis Fig. 45, 1) dar oder ſie bilden Kolonien von manchmal zierlichen Formen (z. B. Ascandra pinus Fig. 47). Sie ſind Bewohner des flacheren Waſſers nahe der Küſte, ſiedeln ſich gern auf Algen an und kleiden bisweilen auch Felshöhlungen aus. Von den 30 auf der Challenger-Expedition geſammelten Arten ſtammten 27 aus den Schichten von einigen wenigen bis 150 Faden, nur 2 aus einer Tiefe von 450 Faden; von einer war das bathymetriſche Vorkommen nicht bekannt.

Auch die Hornſchwämme ſind faſt ausſchließlich Bewohner des flachen Waſſers. Die Ausbeute des Challenger betrug 34 Arten, davon waren zwei bei 220 und drei bei 400 Faden gefunden, der Reſt ſtammte aus Tiefen oberhalb der Hundertfadenlinie.

Intereſſanter geſtalten ſich die Verhältniſſe der Monaktinelliden betreffs des Vorkommens im tiefen Waſſer. Diejenigen Formen, welche den Übergang zu den ſogenannten Hornſchwämmen machen, bei denen nur ſehr wenige, oft faſt bis zum Verſchwinden rückgebildete Kieſelnadeln durch mächtig entwickelte Hornſubſtanz in ſtarken Faſern zuſammengehalten werden, ſodaß ſie oft ſchwer von Hornſchwämmen zu unterſcheiden ſind, finden ſich auch wie dieſe meiſt im untiefen Waſſer, während die Tiefſeeformen oft den Habitus von Tetraktinelliden annehmen und bisweilen aus früher bereits entwickelten Gründen von einer merkwürdigen Regelmäßigkeit ſind. Manche Arten (z. B. Chon-

Digitized by Google

drocladia longipinna aus 3000, Chr. similis aus 2385 und Axonidерma mirabilis aus 2250 Faden Tiefe) ſehen aus wie die Geſtelle von Regenſchirmen: aus dem verdickten oberen Ende eines centralen Stieles ſtrahlen radiär ſehr regelmäßig feine und lange (25—50 Stück) Nadelbündel in einem nach unten offnen Winkel von 45° aus. Dieſe ſonderbaren Spongien ſtammen alle drei von einem aus rotem Thon gebildeten Boden, und es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß ſie mit dem centralen Stiel im Schlamme faßen und daß die peripheriſch abſtehenden Seitenbündel das Einſinken verhinderten.

Eine andere originelle Tiefſeemonaktinellide iſt Radiella Sarsii von Geſtalt einer plan-konvexen oder flach bikonvexen Scheibe von der Größe eines 20 Pfennig- bis faſt eines Markſtücks, am Rande mit einer dichten Wimperzone frei hervortretender Kieſelnadeln verſehen. Häufig finden ſich bei Tiefſeemonaktinelliden Stiele, die bisweilen mit wurzelartigen Ausläufern (Stylocordyla) tote Muſchelſchalen und dergleichen umklammern und ſo feſten Halt gewinnen.

Die ſchönſte Form iſt aber unſtreitig Esperiopsis Challengeri, ein prachtvolles Geſchöpf aus über 800 Faden Tiefe. Hier trägt ein graziler bis zu 20 Centimeter hoher Schaft an ſeiner einen Seite auf dünnen Stielen blattartige, runde, konvex-konkave Blätter bis zu 6 Centimeter Durchmeſſer, welche ſich ſucceſſive von oben nach unten verjüngen, ſodaß das unterſte ungefähr 1,5 Centimeter mißt. Die Stiele ſind am untern Rande der auf der konvexen Oberfläche mit zahlreichen Löchern verſehenen Blätter befeſtigt.

Unter dem vom Challenger geſammelten Materiale an Monaktinelliden entſtammten 85 Arten einer Tiefe von 0—50, 55 einer ſolchen von 50—200, 46 waren zwiſchen 200 und 1000 und 24 endlich zwiſchen 1000 und 3000 Faden aufgefunden worden.

Die Schwämme mit Kieſelkörpern, die teilweiſe vier Strahlen beſitzen (Tetractinellidae), zerfallen in zwei Unterordnungen: Lithiſtiden und Choriſtiden. Die erſteren haben ein ſehr maſſiges Skelett dicht verflochtener und verwobener Kieſelkörper. Meiſt iſt ihre Oberſeite von einer feinen Haut überzogen, in welcher ſehr dicht winzig kleine Skelettelemente in Geſtalt von Spindeln, mit Knoten beſetzten Stäbchen u. ſ. w.

Digitized by Google

eingeſtreut ſind. Häufig iſt auch die darunter liegende Fläche des infolge der Entwicklung der Nadeln ſteinartig harten Körpers durch beſondere Bildungen ausgezeichnet, die bisweilen das Anſehen eines runden Buckelſchildes gewinnen, aber immer ſind in ihnen die Spuren einer vierſtrahligen Nadel nachweisbar. Die Nadeln der Schwämme ſind nämlich keine ſoliden Gebilde, ſie haben vielmehr im Innern einen Kanal, der im Leben von organiſcher Subſtanz erfüllt iſt und auf deſſen Wandung ſich nun der Kieſel in Geſtalt feiner konzentriſcher Schichten abſetzt, zwiſchen welchen ſich immer äußerſt zarte, durch Glühen nachweisbare Häutchen von organiſcher Subſtanz befinden. Auch in den Schildchen der Lithiſtiden ſind ſolche Kanäle vorhanden: drei ſtoßen in ihrer Platte unter Winkeln von 60° zuſammen und der dritte, weit kürzere erhebt ſich ſenkrecht zu ihnen in den Buckel des Schildchens.

Die Weichteile des Körpers ſind bei dieſen Steinſchwämmen ſehr zurückgetreten, ebenſo iſt das Kanalſyſtem ſehr eng, aber im übrigen weichen die anatomiſchen Verhältniſſe nicht von denen anderer Schwämme ab.

Wir kennen bis jetzt keine Lithiſtide aus ſehr großen Tiefen, wie überhaupt die ganze Ordnung der Tetraktinelliden mehr dem flachen Waſſer angehört. Zwiſchen 150—300 Faden ſcheinen, namentlich in den wärmeren Zonen, die Hauptwohnorte der Schwämme zu liegen.

Die Choriſtiden beſitzen ein viel lockereres Skelett, weit ſtärker entwickelte Weichteile und ein weitläufigeres Kanalſyſtem. Meiſt ſind ſie äußerlich von einer mehr oder weniger dichten Schicht von eigenartigen Kieſelkörpern überzogen (daher „Rindenſchwämme“, Cortikaten): bald haben dieſe die Geſtalt ziemlich anſehnlicher, mit kurzen Wärzchen oder Dörnchen bedeckter Kugeln (Geodiidae) oder von Sternen (Stellettidae), oder ſie ſtellen kleine kandelaberartige Körperchen dar (Plakinidae). Sehr häufig ſind Ankernadeln, die bisweilen (Ancorinidae) zur vorherrſchenden Form werden können. Die meiſten Arten finden ſich nahe der Oberfläche des Meeres, häufig auf der Unterſeite von Steinen oder in Höhlungen von Felſen. Am tiefſten gehen die Geodien (270 Faden) und Ancoriniden (228 Faden).

Es iſt, wie weiter oben ſchon bemerkt, ſehr wahrſcheinlich, daß die Gummiſchwämme zum Teil degenerierte Nachkommen der Ordnung

Digitized by Google

der Tetraktinelliden ſind, bei welchen die Skelettelemente bis auf einige Kieſelſternchen verſchwanden. Auch dürften manche Monaktinelliden (Tethya z. B.) durch Reduktion der Nadelſtrahlen aus ihnen hervorgegangen ſein.

Die ſchönſten Schwämme indeſſen, die Hexaktinelliden, ſind in bedeutenderen Tiefen des Meeres in reicher Fülle entwickelt, ja ſie ſind die Tiefſeeſchwämme par excellence.

Die Geſtalt dieſer beſonders im mikroſkopiſchen Detail herrlichen Geſchöpfe iſt ſo mannigfach wie die der Schwämme überhaupt: die einen ſtellen hohe Körbe, zierliche Füllhörner, geſtielte Keulen und Kelche, andere Vogelneſter, Pilze und mannigfach verwachſene und verſchlungene Röhren dar. Seltener ſind maſſivere (magenloſe), veräſtelte Formen oder einzelne einfache oder mäandriſch verbogene und verſchlungene Blätter. In der Regel iſt aber die äußere Geſtalt der einzelnen Hexaktinellidenarten nur wenigen Veränderungen und geringen Varietäten unterworfen, was ja ihrem Weſen als Tiefſeeſchwämme vollkommen entſpricht.

Den kieſeligen Skelettelementen liegt faſt immer der Sechsſtrahler zu Grunde, er zeigt aber bei einem Individuum ſchon, mehr noch bei verſchiedenen Arten die mannigfachſten Modifikationen in der Form. Teilweiſe beruhen dieſelben auf verſchiedenen Reduktionen einzelner Nadelſtrahlen: häufig iſt der Fünfſtrahler, desgleichen der Vierſtrahler unter Schwund der beiden eine kontinuierliche Axe darſtellenden Strahlen, ſeltener zweier nicht in einer Linie gelegener. Dreiſtrahler finden ſich oft genug, dann liegen entweder die Strahlen in einer Ebene, d. h. auf einer Axe ſteht ſenkrecht ein Strahl, oder aber die drei Strahlen ſind Hälften der drei verſchiedenen Axen. Durch Reduktion von vier in einer Fläche befindlichen Strahlen wird die Nadel zum kontinuierlichen Zweiſtrahler oder ſcheinbaren Einaxer und kann unter ſolchen Verhältniſſen eine oft erſtaunliche Länge erreichen.

Ein weiterer den Formenreichtum vermehrender Umſtand iſt der, daß die Strahlen einer Nadel in verſchiedener Zahl, am häufigſten indeſſen alle oder einer, eigenartige Differenzierungen ihrer Oberfläche und Spitzen haben können. Da entwickeln ſich anſehnliche Dornen

Digitized by Google

(Fig. 46, 10), oder die Spitze iſt mit einem Schirm gekrönt, was am häufigſten bei gewiſſen Zweiſtrahlern an beiden Enden vorkommt, ſodaß ſie ausſehen wie zwei mit den Griffen aneinander gebundene Regenſchirme (die ſogenannten „Amphidisken“ der Hyalonematiden Fig. 46, 7). Nicht ſelten ſind lange Nadeln an dem einen Ende mit vier- oder zweiarmigen Ankern verſehen (Fig. 46, 5). Wunderbare Gebilde kommen durch ſtrahlige Auflöſungen der Nadelſpitzen zu ſtande. Dieſelben beſtehen dann etwa aus einfachen oder am Ende geknöpften oder mit Scheiben verſehenen Stacheln oder aus verbreiterten elegant gekrümmten und regelmäßig arrangierten feinen Blättchen (Fig. 46, 11). Es giebt ſcheinbare ſchlanke Einaxer, deren eines Ende verdickt iſt und eine Anzahl geknöpfter Keulen, bisweilen auch ſpitze Stacheln trägt (die ſogenannten Beſengabeln).

Auch die Verbindung der Nadeln iſt verſchieden: entweder ſie liegen loſe, nur durch die Subſtanz des Meſoderms in ihrer Lage gehalten nebeneinander, verſchmelzen höchſtens ganz oberflächlich (Unterordnung der Lyſſakinen), oder aber die Mehrzahl der Nadeln, ſpeziell reine Sechsſtrahler legen ſich mit ihren Schenkeln dergeſtalt aneinander, daß ſie kubiſche oder quadratiſche Maſchen umſchließen, und verſchmelzen zu einem oft ſehr regelmäßigen Balkenwerk (Dictyoninen Fig. 46, 12), wobei die Kreuzungspunkte der Axen der einzelnen Nadeln von einem ſekundären, in ſeinen Flächen durchbrochenen Oktaëder umſchloſſen ſein können, was bei lebenden Hexaktinelliden (Aulocystis) ſehr ſelten, bei foſſilen (Callodictyon, Marshallia, Becksia, Coeloptychium etc.) um ſo häufiger iſt.

Dieſe Nadelformen liegen im Schwammkörper nicht etwa ganz willkürlich zerſtreut, ſie ſind vielmehr geordnet und auf gewiſſe Stellen verteilt, — ſie ſind infolge von Arbeitsteilung entſtanden, und die meiſten von ihnen haben ihre ganz ſpezielle phyſiologiſche Bedeutung für den Schwamm. Danach kann man zunächſt Nadeln der Oberfläche der innern Wandung und der Innenfläche des Gaſtrovascularapparats unterſcheiden, betont muß aber werden, daß ſie alle Produkte des Meſoderms ſind. Bei vielen Lyſſakinen entwickeln ſich aus ſehr langen, einfachen oder am untern freien Ende mit Ankern verſehenen Nadeln

Digitized by Google

Wurzelschöpfe, mittels welcher die Tiere im Sande oder Schlamm sicher haften, oder aber sie entwickeln (Dictyoninen) aus verschmolzenen Nadeln bestehende, sehr engmaschige Wurzelplatten, mittels deren sie sich auf Steinen, Korallen u. s. w. befestigen. Gelegentlich kommen um den Mund herum Kränze oder Bärte längerer, freier Nadeln vor (die sogenannten Peristomkränze). Die meisten Lyssakinen stellen Einzelwesen dar, die meisten Dictyoninen sind Kolonien.

In ihrer Größe sind die Hexaktinelliden sehr verschieden und schwanken zwischen wenigen Millimetern und einem halben Meter (Höhe oder zugleich auch Durchmesser) und mehr (Poliopogon, Rhabdocalyptus, Sclerothamnus).

Die horizontale Verbreitung dieser Geschöpfe ist eine sehr weite, von den Shetland-Inseln im Norden bis zum 74° s. Br. im Süden reichende. Von den mittels der Dredschen und Trawlnetze vom Challenger untersuchten Lokalitäten enthielten 14.4% in der nördlich gemäßigten, 22.2% in der tropischen und 24.7% in der südlich gemäßigten Zone Hexaktinelliden. Im allgemeinen herrschen, wie Franz Eilhard Schulze, der ausgezeichnete Bearbeiter der Challenger-Glasschwämme, bemerkt, die Lyssakinen vor, namentlich in der südlich gemäßigten Zone, wo sie fünfmal so zahlreich an Arten als die Dictyoninen sind, während sie in der nördlich gemäßigten bloß zweimal und in der tropischen nur um 7% häufiger sind. Die Lyssakinen sind spärlich im Norden, reicher unter den Tropen, aber bei weitem am reichsten im Süden vertreten, die Dictyoninen hingegen präponderieren zwischen den Wendekreisen und nehmen nach dem Nord- und Südpole (und zwar nach ersterem etwas weniger als nach letzterem) hin an Artenzahl ab.

Was die bathymetrische Verbreitung der Hexaktinelliden betrifft, so finden sich zwischen 95 und 100 Faden bloß Lyssakinen, von 101 bis 1000 sind beide Gruppen fast gleich stark vertreten, aber unter 1000 Faden treten die Dictyoninen bedeutend zurück, sie sind mithin, wie wir sowohl aus ihrer horizontalen wie vertikalen Verteilung schließen können, an das warme Wasser mehr angepaßt als die Lyssakinen.

Folgende Liste bezieht sich auf die vertikale Verteilung der Hexaktinelliden:

Digitized by Google

Bathymetrifche Verteilung der Challenger-Hexaktinelliden:

Tiefe in Faden	Anzahl der Dredfch-züge	Lyffakinen		Dictyoninen		Zufammen
95—500	63	31	21	28	22	43
501—1000	29		10		6	16
1001—1500	31	43	10	8	4	14
1501—2000	35		13		1	14
2001—2500	38		13		2	15
2501—3000	33		7		1	8

Am längften gekannt von den Hexaktinelliden ift, wenn wir von einigen mehr erwähnten als befchriebenen und kaum deutbaren Formen älterer Zeit abfehen, eine Lyffakine von Japan, der „wunderbare Glasfchopf“ (Hyalonema Sieboldii s. mirabile), zubenannt. Der Körper diefes Schwammes hat eine kurzeirunde Geftalt, ift bis 15 Centimeter lang, oben mehr oder weniger abgeftutzt und mit einem unregelmäßigen Gittergeflecht verfehen. Auch feine Seiten find mit einem fehr feinen, hauptfächlich aus fich regelmäßig aneinander legenden Vier- und Fünfftrahlern gebildeten Flechtwerk bedeckt, das wie feiner Muffelin ausfieht. Von Stelle zu Stelle finden fich größere runde Öffnungen von 6 bis 7 mm Durchmeffer. Diefer Schwamm fitzt auf einem bis 60 Centimeter und länger und kleinfingerdick werdenden Schopf flachfpiralig zufammengedrehter fcheinbarer Einaxer oder Zweiftrahler, die am unteren Ende bei fehr gut erhaltenen Exemplaren teilweife mit vierarmigen Ankern verfehen find. In feiner unteren Hälfte ift der Schopf oder Stiel glatt, in der oberen aber faft immer von einer Kolonie dicht nebeneinander fitzender Polypen (Palythoa fatua) flach umwachfen, alfo jedenfalls fo weit, wie er nicht im Schlamme fitzt.

Die wiffenfchaftliche Gefchichte des Hyalonema, das auf eine beträchtliche Litteratur blicken kann, ift fehr intereffant. Zuerft lernte man unter allerlei japanifchen Kuriofitäten die bloßen, mit dem Polypen befetzten Schöpfe kennen, welche von den Japanern gern gruppenweife in durchlöcherte Steine gefteckt und mit angehängten Rocheneiern (foge-

Digitized by Google

nannten ¡Seemäuſen) ausgeſtattet werden. Dieſen Schopf mit ſeinen Schmarotzern beſchrieb 1832 der alte Direktor des britiſchen Muſeums,

Fig. 48. Hyalonema toxeres (Wyville Thomſon) aus 1312 Faden Tiefe nat. Gr. a) von oben, b) von unten; der Wurzelſchopf iſt ausgeriſſen.

Digitized by Google

John Edward Gray, als eine gorgonidenartige Koralle mit Kieſelaxe und folgte damit einer Anſchauung, welche noch 27 Jahre ſpäter von Brandt in Petersburg geteilt wurde. Letzterer kannte aber doch ſchon den Schwamm, deſſen Kreuznadeln er erwähnt, glaubt aber, derſelbe ſei ein auf der Koralle angeſiedelter Paraſit, alſo gerade umgekehrt, wie es in Wahrheit der Fall iſt. 1867 lernte auch Gray den Schwamm kennen, welchen er Carteria japonica nannte, und meinte, die Japaner pflegten gelegentlich die Gorgonide anſtatt in Steine in einen Schwamm zu ſtecken. Erſt der große Bonner Mikroſkopiker Max Schultze that die Zuſammengehörigkeit beider Stücke als Teile eines einzigen Organismus dar, verfiel aber in einen andern Fehler, indem er den Wurzelſchopf nicht als ſolchen auffaßte, ſondern als eine Art von Mundkranz. Daher bildet er auch den Schwamm verkehrt ſtehend ab; Claus war der erſte, der die richtige Stellung erkannte.

Seit der Zeit ſind eine ganze Reihe von Arten und Varietäten des Hyalonema aufgefunden und beſchrieben worden. Sie haben eine weite Verbreitung, denn man kennt gegenwärtig Formen aus den japaniſchen Meeren, aus dem ſtillen, indiſchen und atlantiſchen Ozean, hier von den Shetland-Inſeln im Norden bis Triſtan d'Acunha im Süden und von der portugieſiſchen Küſte im Oſten bis zu dem Meerbuſen von Mexiko im Weſten. Bei Hyalonema toxeres von der weſtindiſchen Inſel St. Thomas (Fig. 48) iſt der Körper im Verhältnis zu ſeiner Höhe breiter als bei der altbekannten japaniſchen. Leider waren die Exemplare immer während des Fanges mit dem Grundnetze von ihrem Wurzelſchopf abgeriſſen.

Ein dem Hyalonema nahe verwandtes Geſchlecht (Pheronema) wurde 1868 von dem amerikaniſchen Forſcher Leidy auf eine Hexaktinellide von St. Louis gegründet. Die Arten dieſer Gattung haben keinen einfachen, gewundenen, langen Wurzelſchopf im Centrum, ſeine Nadeln ſind vielmehr voneinander gelöſt und dringen von der Unterſeite des Körpers allerwärts in den Schlamm des Meeresbodens ein. Die Geſtalt dieſer Schwämme (Fig. 49) iſt becher- oder neſtförmig. Die abgebildete Art Parfaiti ſtammt von der afrikaniſchen Weſtküſte aus Tiefen bis zu 656, vielleicht bis zu 1500 Faden.

Digitized by Google

Eine der größten Lyſſakinen iſt das Askonema setubalense, das an verſchiedenen Stellen der portugieſiſchen und afrikaniſchen Weſtküſte

Fig. 49. Pheronema Parfaiti, H. Filhol, aus 656 Faden Tiefe.

Digitized by Google

in verhältnismäßig nicht ſehr bedeutenden Tiefen aufgefunden wurde. Es ſtellt einen meiſt ziemlich dünnwandigen, gelegentlich aber auch dick-

Fig. 50. Askonema setubalense, Sav. Kent.

wandigen Becher (Fig. 50) dar, der bisweilen einen Durchmeſſer von 3 Fuß erreichen kann.

Die eleganteſten Formen unter den Hexaktinelliden gehören der

Digitized by Google

Lyſſakinen-Familie der Euplektellen oder, wie man ſie auch genannt hat, der „Venusblumenkörbe“ an. Es ſind anſehnliche hohle Gebilde von Geſtalt ſchlanker, oft elegant gekrümmter, auf der Spitze ſtehender Kegel oder in der Mitte meiſt etwas verbreiterter Cylinder. In der Regel haben ſie reiche Wurzelſchöpfe, welche, wie auch die Wandungen des Schwammes das Anſehen geſponnenen Glaſes haben. Oben iſt die Röhre von einem konvexen unregelmäßigen Gitterwerk, einer „Siebplatte“ überdeckt. Die Wandungen beſtehen aus vertikalen, horizontalen und transverſalen Nadelbündeln, die ſich mehr oder weniger regelmäßig verflechten, und zwiſchen denen größere runde direkt in den innern Hohlraum führende Löcher ſich befinden. Die Außenſeite iſt bei wohlerhaltenen Exemplaren mit einem dichten Filz regelmäßig angeordneter Nadeln überzogen, die manchmal in undeutlich ſpiraligen Zügen ſich arrangieren und gleichfalls ſpiralig vorſpringenden Rippen des Wandungsgewebes aufgelagert ſind. Die Tiere ſind Einzelindividuen: der große centrale Hohlraum iſt der Magenraum, in dem dichten Wandungsgewebe reſp. in den Rippen befindet ſich das Kanalſyſtem und die bei allen Hexaktinelliden ſehr eigenartigen, ſack- oder bienenkorbförmigen, verhältnismäßig anſehnlichen Geißelkammern.

Nächſt den Hyalonemen ſind die Euplektellen am längſten gekannt, und F. E. Schulze hat die Formen in 13 Gattungen mit 23 Arten verteilt, die eine weite Verbreitung im ganzen atlantiſchen und indiſchen ſowie im mittleren und ſüdlichen ſtillen Ozean haben.

Die am erſten während der Reiſe der franzöſiſchen Fregatte Aſtrolabe in den Gewäſſern der Molukken aufgefundene Art wurde von Quoy und Gaimard (1833) unter dem Namen „Alcyoncellum speciosum“ ungenügend und ohne mikroſkopiſche Analyſe der Nadeln beſchrieben. Das eine bekannte Exemplar dieſes Schwammes (Tafel I, Fig. 1) iſt offenbar ſtark ausgewaſchen und ſeines Oberflächen-Gewebes beraubt. Das Hauptgerüſt zeigt ähnliche Verhältniſſe, wie das der gewöhnlichen Euplektellen, iſt aber unregelmäßiger, verworrner.

Acht Jahre ſpäter gab Richard Owen zunächſt eine kurze Beſchreibung eines andern, von den Philippinen überſandten Schwammes unter dem Namen Euplectella aspergillum (Tafel I, Fig. 2), der er

Digitized by Google

ſpäter eine ausführliche Arbeit folgen ließ. Eine zweite Art von den Seychellen machte er als Eupl. cucumer bekannt.

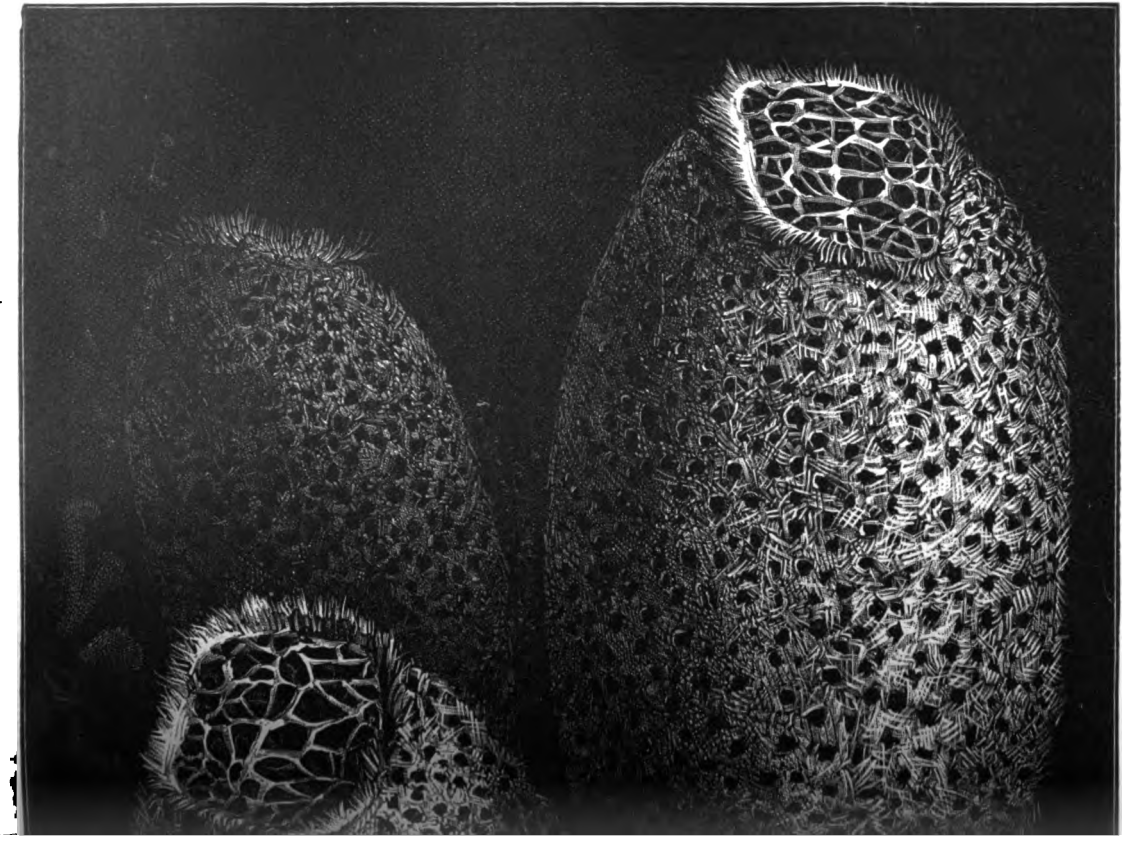
Die erſtere Spezies iſt von großer Schönheit, einmal durch die Regelmäßigkeit, mit welcher ihre Nadeln verflochten ſind, dann aber namentlich auch durch die elegante, füllhornartige, leicht gekrümmte Geſtalt und durch die ſpiralige Anordnung der Außenrippen. Noch vor 20 Jahren wurden dieſe wundervollen Gebilde mit hohen Preiſen bezahlt, gegenwärtig ſind ſie aber von Cebu, wo ſie in dem benachbarten Meere ſtellenweiſe ſehr gemein ſein müſſen, in ſolchen Mengen eingeführt, daß ſich jeder für ein paar Mark den Schwamm kaufen kann, der, unter einer Glasglocke oder in einem an der Rückwand mit ſchwarzem Sammte ausgeſchlagenen Glaskaſten aufgeſtellt, ein reizender Zimmerſchmuck iſt. Dieſe Euplektelle (deutſch „die Schöngewobene“ und aspergillum, die Gießkanne, wegen der brauſeartig durchbrochenen Siebplatte) zeichnet ſich vor den meiſten übrigen Lyſſakinen dadurch aus, daß im vollwüchſigen Zuſtande ein Hauptteil der Nadeln, welche das Gerüſt der Wandung bilden, oberflächlich durch ſekundär aufgelagerte Kieſelſubſtanz miteinander verſchmilzt. In der Jugend ſind alle Skelettelemente unvereinigt.

Sehr nahe verwandt mit der Gattung Euplectella iſt Trichaptella elegans, welche während der Fahrt des Talisman an der marokkaniſchen Küſte in einer Tiefe von 480 Fad. auf einer Koralle (Lophohelia, Taf. II) aufgewachſen gedredſcht wurde. Die Baſis dieſes Schwammes entwickelt keinen Wurzelſchopf, beſteht vielmehr aus miteinander verſchmolzenen Nadeln, die ein ſehr feſtes Flechtwerk darſtellen. Der übrige Körper des Schwammes iſt nach der Beſchreibung und Abbildung, welche Filhol davon giebt, in der Mitte erweitert und giebt dem Drucke nach. Um den Rand der unregelmäßig durchbrochenen Siebplatte ſteht ein Kranz längerer Kieſelnadeln.

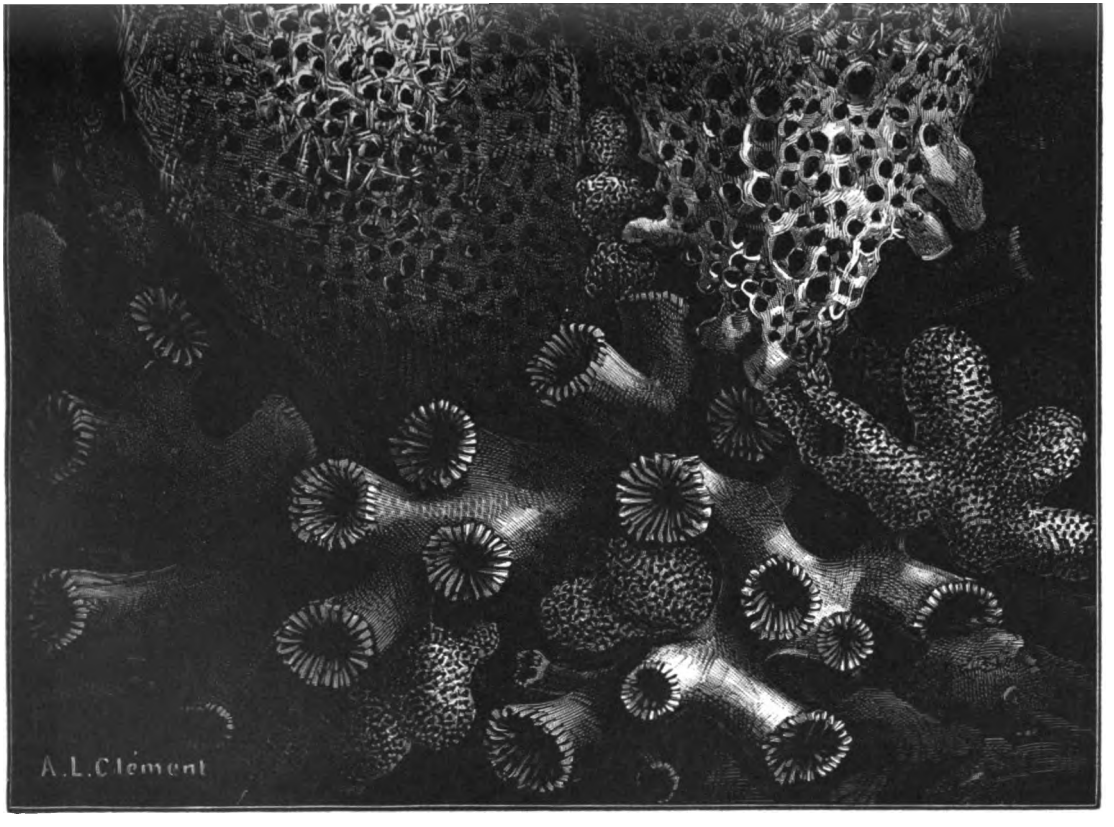
Die Figuren und die von Filhol mitgeteilte Charakteriſtik der Trichaptella, namentlich die Thatſache, daß ihr Nadelwerk unten teilweiſe verſchmolzen, oben aber frei iſt, erinnern ſehr an Owen's Euplectella cucumer, die vielleicht nur ein ſtärker ausgewaſchenes Exemplar der marokkaniſchen Art iſt.

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Drei Exemplare einer Hexactinellide (Trichaptella elegans).

(Auf einer Kolonie von Lophohelia angesiedelt.)

Im Vordergrund und rechts Aphrocallistes.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erwähnenswert iſt noch, daß, wie das Hyalonema auf ſeinem Wurzelſchopfe faſt ausnahmslos von der Palythoa beſetzt iſt, ſo in Euplectella aspergillum und auch in der ſchönen, eleganten Eupl. Owenii von Japan beinahe konſtant ein Pärchen kleiner Krebſe ſich findet. Da dieſe viel zu groß ſind, um aus den Öffnungen des Schwammes herauskommen zu können, ſo ſitzen ſie in ſeinem Leibesraum wie Vögel in einem Käfig. Selbſtredend ſind ſie als kleine Jugendformen, vielleicht als Larven in ihr Ehebett und freiwilliges, ſchützendes Gefängnis eingedrungen. Die Japaneſen haben dieſe Beobachtung auch gemacht und betrachten dieſe Krebschen als ein verſtorbenes Ehepärchen, bezeichnen ſie als ſolche, „die mit einander alt geworden und begraben ſind“, und ſehen in dem ſchönen Schwamm deren Mauſoleum. Die Höhlungen und Gänge der Schwämme ſind überhaupt beliebte Schlupfwinkel für eine große Menge wehrloſer Seetiere, denn einmal werden die meiſten infolge der Entwicklung ihres Skeletts keine ſchmackhafte Biſſen ſein, manche mögen außerdem noch giftige Eigenſchaften beſitzen, wenigſtens ſtinken einige (z. B. die Geodien) ganz abſcheulich.

Auch eine andere Hexaktinellide (Aphrocalliſtes Bocagei) iſt meiſt vergeſellſchaftet mit einem kleinen Krebs (Galathea spongicola, ſ. Tafel III). Es iſt übrigens Aphrocalliſtes eine der ſchönſten Hexaktinelliden mit verſchmolzenem Nadelwerk (Dictyoniden). Sie ſtellt anſehnliche unregelmäßige Röhren dar, welche nach unten gerichtete, fingerhutförmige Ausſackungen haben. Das Skelett hat käſtchenartige, regelmäßig geſtellte Öffnungen in ſeiner Wandung, und ſtellenweiſe ſpannen ſich quer in dem großen Innenraum eigentümliche Siebe aus. In der Regel wächſt der ſchöne Schwamm auf Steinen oder noch lieber auf Korallen.

Die Hexaktinelliden ſind ein ſehr alter Zweig der Schwammfamilie und waren beſonders in der Zeit des weißen Juras und der Kreide reich entwickelt.

Digitized by Google

Sechſtes Kapitel.

Hohltiere (Coelenterata) der Tiefſee.

2. Polypen und Quallen (Cnidaria).

Die übrigen Hohltiere, die Polypen und Quallen hat man mit dem Namen der Knidarien „Neſſeltiere“ (von ἡ κνίδη, die Neſſel) deshalb bezeichnet, weil ſie mit wenig Ausnahmen im Beſitz eigentümlicher Organe, der Neſſelorgane, ſind, mittels welcher ſie beim Menſchen, und manche in hohem Grade, ein lebhaft brennendes Gefühl auf der berührenden Haut erregen. Dieſe Neſſelorgane ſind umgeformte Zellen des Ekto-, manchmal auch des Entoderms. Aus dem Inhalt einer jeden ſolchen Zelle bildet ſich eine zartwandige innere Kapſel, welche einen eigentümlichen, ſpiralig aufgerollten und meiſt mit Widerhaken am freien Ende beſetzten winzigen Faden und ein flüſſiges ſpezifiſches Gift (der Ameiſenſäure vielleicht naheſtehend?) enthält. Nach außen verlängert ſich die Mutterzelle (der Knidoblaſt) des ganzen Apparats in einen über das Niveau der Körperoberfläche hervorragenden zapfenartigen Fortſatz (das Knidoſtyl). Ein geringer Druck auf dies Knidoſtyl genügt, daß infolge des Reizes und unter Kontraktionserſcheinungen die Wandung der Kapſel mit einer gewiſſen Gewalt platzt und der Neſſelfaden mit dem Gift hervorgeſchleudert wird. Meiſt ſtehen die Knidoblaſten gruppenweiſe als ſogenannte Neſſelbatterien zuſammen und können, wenn ſie zahlreich und groß ſind, auch für den Menſchen bedenklich werden, wie an dem anſehnlichen ſ. g. portugieſiſchen Kriegsſchiff oder der Blaſenqualle (Physalia). Zu Hapſal, einem Seebad an der eſthniſchen Küſte der Inſel Dagö gegenüber, benutzt man die in der Oſtſee gemeine Scheibenqualle (Aurelia aurita) mit gutem Erfolge gegen gewiſſe Arten von Nervenlähmungen, indem man ſie direkt oder mit Schlamm verrieben, — denn die Neſſelfähigkeit hört nicht gleich mit dem Leben auf! — örtlich auflegt oder ſie auch als Zuſatz zu Bädern gebraucht.

Was die allgemeine Leibesgeſtalt der Knidarien angeht, ſo können wir ſagen, dieſelbe ſei glockenförmig mit verſchiedener Höhe. Der Rand der Glocke ſpringt in der Regel in verſchiedenem Umfange diaphragma-

Digitized by Google

artig nach innen vor und umgiebt die Mundafter-Öffnung, welche in den centralen Magenraum führt. Dieſer kann einfach ſchlauchartig ſein oder er kann in die Körpermaſſe eindringende Seitenräume entwickeln, welche von ſehr verſchiedenem Umfange ſein können: einmal ſind ſie einfach in der Längsrichtung des Körpers liegende Niſchen, zwiſchen welchen die Leibeswand kuliſſen- oder ſeptenartig vorſpringt, im andern Extrem löſen ſie ſich in mannigfach verzweigte und miteinander in verbindenden Zuſammenhang tretende Kanäle auf, welche die ganze Wandungsmaſſe des Körpers durchziehen.

Die Geſchöpfe ſind, wie die Schwämme, entweder Einzelindividuen oder ſie bilden Kolonien und kommen in beiden Fällen feſtſitzend oder freibeweglich vor. Im erſteren Falle ſind ſie mit dem aboralen Pole angeheftet und entwickeln meiſtens Skelette, entweder feſte, umfangreiche, in der Regel kalkige im Meſoderm, — oder hornige als eine äußere ſchützende Ausſcheidung des Ektoderms. Die freiſchwimmenden Formen ſind ſkelettlos, wenn ſchon ſich in ihnen eine oft anſehnliche und bisweilen ziemlich feſt werdende Gallertmaſſe entwickelt.

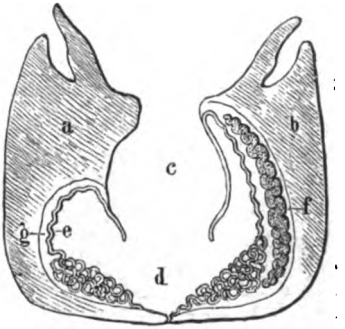


Fig. 51. Längsſchnitt durch eine Aktinie. a Septum, b interſeptale Körperwand, c Magen, d Leibeshöhle, e die ſogenannten Meſenterialfäcke, g Gekröſe, f Eierſtock.

Sehr häufig finden ſich unter den Neſſeltieren Kolonien bildende Formen, bei denen die einzelnen Individuen ſich entweder zeitweilig loslöſen, oder, in derſelben Skelettmaſſe befindlich, in einer oberflächlichen Beziehung zu einander verbleiben, oder endlich durch den kontinuierlichen Zuſammenhang der Magenhohlräume, aus denen ſie durch ſeitliche Sproſſung oder Divertikelbildung hervorgegangen waren, Kolonien darſtellen, die man als Tierindividuen zweiter Ordnung auffaſſen kann. Die Teilnehmer an einer ſolchen Stockbildung können untereinander, abgeſehen von ganz nebenſächlichen Unterſchieden in der Größe, ganz gleich ſein, oder es tritt eine Arbeitsteilung bei ihnen auf, der zufolge ſie, als im Dienſte verſchiedener Funktionen ſtehend, auch eine verſchiedene Organiſation annehmen. Wird ein ſolches Individuum zweiter Ordnung mit zuſammenhängenden Magen-

Digitized by Google

räumen gar noch freibeweglich, ſo kann es völlig den Eindruck eines urſprünglichen Einzelweſens machen, und die durch Arbeitsteilung verſchieden organiſierten Stockgenoſſen erſcheinen dann ganz wie Organe.

Die Fähigkeit der Hohltiere überhaupt Knoſpen zu treiben, iſt eine beſondere Art des Wachstums und zwar eine ſolche, an der wir den Zuſammenhang und die Zuſammengehörigkeit von Wachstum und Fortpflanzung gut ſtudieren können.

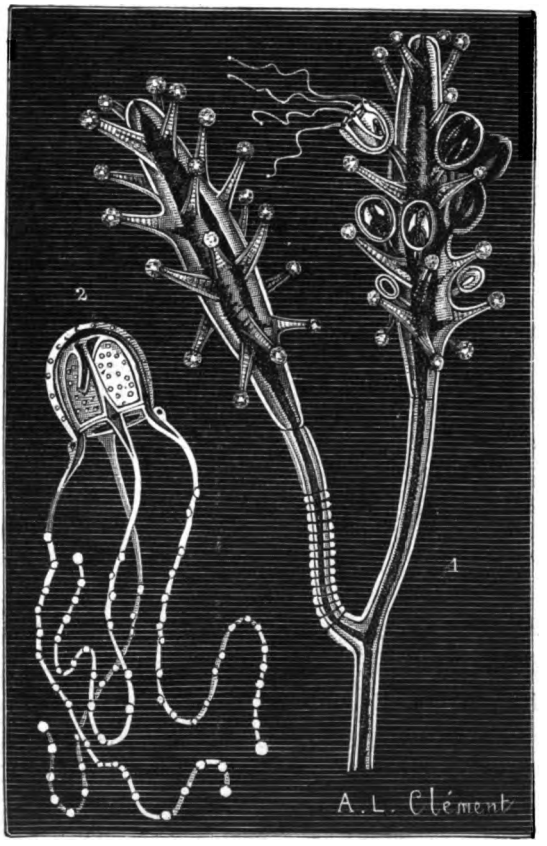


Fig. 52. Generationswechſel eines Hydroidpolypen (Syncoryne eximia). 1) Polypenſtadium (Kolonie) mit Knoſpen, deren eine als reife Geſchlechtsknoſpe (oben rechts) mit flottierenden Tentakeln zum Loslöſen reif iſt. 2) Die losgelöſte Geſchlechtsknoſpe (Qualle).

Alle tieriſchen Individuen haben ein beſtimmtes Größenmaß und bei den meiſten tritt die Fortpflanzungsfähigkeit ein, wenn dieſes erreicht iſt, indem dann ein Teil der genoſſenen Nahrung, wie während des Wachstums ſelbſt zur Erhaltung des status quo des betreffenden Geſchöpfes dient, ein anderer aber, der vorher zur Erlangung der Maximalgröße mit verwendet worden war, jetzt, da dieſe erreicht iſt, zur Erzeugung neuer Individuen benutzt wird. Dieſelbe Polypenart kann im nahrungsarmen Waſſer ein Einzelindividuum bleiben, während ſie unter günſtigen Ernährungsverhältniſſen üppig wächſt, aber dieſes Wachstum durch Anlage von Knospen bethätigt. Wenn,

Digitized by Google

wie bei einem Süßwaſſerpolypen (Hydra), ſich dieſe Knoſpen durch einen ſich in der Kolonie vollziehenden Selbſtteilungsprozeß loslöſen, wird das Wachstum unmittelbar zur Fortpflanzung. Bringen wir einen ſolchen knoſpenreichen Polypen aus günſtigen Lebensbedingungen in ungünſtige, wo es ihm alſo nicht mehr möglich iſt, die ganze Kolonie, die auf auskömmlichere Verhältniſſe eingerichtet war, zu erhalten, ſo können wir zweierlei beobachten: einmal, daß ſich die Knoſpen, wenn ſie ſchon einen gewiſſen Grad der Selbſtändigkeit erreicht haben, der ſie befähigt, durch einen eigenen Mund und mittels eigener Fangarme Beute zu machen und ſich unabhängig zu ernähren, loslöſen, um die Konkurrenz mit den Stockgenoſſen zu verringern und wo anders auf eigene Fauſt ihr Heil zu verſuchen. Wir können ein anderes Mal aber auch beobachten, wie der Erſtlingspolyp, das Muttertier gewiſſermaßen, die noch jungen, mundloſen Knoſpen einzieht, d. h. er verbraucht das an ihre Bildung verwendete Material, durch Hunger getrieben, wieder für ſich.

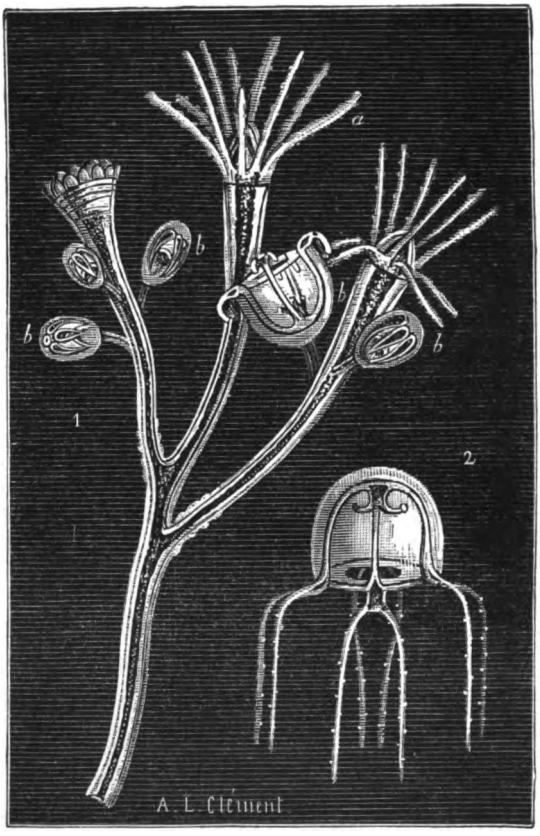


Fig. 53. Generationswechſel von Bougainvillia ramosa (Hydroidpolyp). 1) Polypenkolonie, a Nährpolyp mit Fangarmen, b Geſchlechtsknoſpen in verſchiedenem Grade der Entwicklung. 2) Die losgelöſte Geſchlechtsknoſpe.

Es kann aber in einer ſolchen Polypenkolonie, wie wir ſchon hervor-

Digitized by Google

gehoben haben, mit den Knoſpen eine Arbeitsteilung vor ſich gehen: die einen werden als Schwimmglocken zu Apparaten der Bewegung oder unter Umſtänden als Wurzelſtolonen der Befeſtigung, andere des Schutzes, des Fanges, der Ernährung und der Fortpflanzung. Während alle andern Organindividuen oder individuelle Organe im Dienſt der Erhaltung des Individuums zweiter Ordnung als Individuums ſtehen, ſtehen die individuellen Fortpflanzungsorgane im Dienſte der Art, um deren Fortdauer zu garantieren. Unter Umſtänden brauchen dieſe Geſchlechtsknoſpen der Kolonie keine beſonderen Bewegungsapparate, ſie können dann ihren Polypencharakter bewahren, günſtiger indeſſen iſt es, wenn der Art die Möglichkeit geboten iſt, den Kreis ihrer Verbreitung durch eine größere Beweglichkeit der Geſchlechtsknoſpen zu erweitern. Unter ſolchen Umſtänden entwickelt dieſer Fortpflanzungsſproß lokomotoriſche Hülfsmittel, wie ſie einem Polypen nicht zukommen, er wird mit anderen Worten durch Anpaſſung an seine neue Miſſion zur Qualle, alſo ſcheinbar zu einem ganz eigenartigen Dinge und neuen Individuum, das bisweilen erſt nach der Loslöſung vom mütterlichen Stocke ſeine Vollendung erreicht, ſelbſtändig frißt, wächſt und reiche Genitalprodukte produziert. Aus den Eiern der weiblichen Quallen geht nach der Befruchtung ein eigentümliches kleines eirundes, außen mit Flimmerhaaren beſetztes Weſen, eine Schwärmlarve hervor, welche ſich, nachdem ſie eine Zeitlang herumgeſchwommen iſt, feſtſetzt und wächſt, bis ſie ihre individuelle Maximalgröße erreicht hat; ſie treibt dann Knoſpen und bildet ſo wieder eine Kolonie mit allen den verſchiedenen Organindividuen, unter anderen auch mit den ſich als Quallen loslöſenden Geſchlechtsknoſpen. So gewinnt es den Anſchein, als ob auf eine geſchlechtsloſe Polypengeneration eine geſchlechtliche Quallengeneration und auf dieſe wieder eine geſchlechtsloſe Polypengeneration folge u. ſ. f., es iſt zur Bildung eines Generationswechſels gekommen, der auf dem Teilungsvermögen der Coelenteraten beruht und bei dem eine jede Generation nicht der elterlichen, ſondern der großelterlichen gleicht.

Dieſe Art des Generationswechſels findet ſich bei den Hydroidpolypen (Fig. 52 u. Fig. 53).

Digitized by Google

In anderer Art vollzieht ſich derſelbe bei den Scheibenquallen, iſt aber auch hier auf das Teilungsvermögen der Hohltiere zurückzuführen. Aus dem Ei der gewöhnlichen Qualle (Fig. 54, 2) entwickelt ſich eine gleichfalls wimpernde Larve, die, oval und dabei abgeplattet, die Geſtalt eines Damenmedaillons hat und innen hohl iſt. Nach geraumer Zeit des freien Umherſchwärmens ſetzt ſich dies, mit dem wiſſenſchaftlichen Namen „Planula“ (Flachling) bezeichnete Geſchöpf mit dem einen Pole feſt, verbreitert ſeinen Körper am andern und wird birnförmig. Darauf entwickelt ſich am feſtſitzenden Ende eine Art kurzen Stiels, der ſich mit einer hornartigen (chitinöſen) Ausſcheidung überzieht. Am freien Ende bricht der innere Hohlraum durch, womit eine Mundafter-Öffnung und ein Magenraum gebildet iſt. Um die centrale Öffnung erheben ſich am Rande des etwas abgeflachten Vorderendes zapfenartige Vorſprünge der Körperwand in folgender Zahl und Reihenfolge: 1, 2, 4, 8, 16, — das ſind die Tentakeln oder Fangarme, und im Magenraum entſtehen durch deſſen ſeitliche Ausſackungen vier Längsleiſten. So iſt aus der Planula der Meduſe ein Polyp einfachſter Art, ein Scyphiſtoma*) hervorgegangen (Fig. 54, 1).

Dieſes Scyphiſtoma nährt ſich nach Art eines Polypen, es wächſt von einer Größe von 1,5 bis auf 3,5 mm, und ſeine vordere Hälfte erleidet eine Reihe hintereinander gelegener ringförmiger Einſchnürungen, während der hintere Teil ſich etwas aufbläht. Dabei tritt eine Verkürzung, aber Verbreiterung, der Tentakeln ein und an den vorderſten Einſchnürungsſtellen entwickeln ſich lappenartige Fortſätze: das Scyphiſtoma iſt zur Strobila (Fig. 54, 2 u. 3) geworden. Die äußern Einſchnürungen ſchreiten centripetal zur Mitte des Magenraumes fort, ſodaß dieſer in ſeinem vorderen Abſchnitte in eine Reihe hintereinander gelegener, durch Löcher in dem Zwiſchenboden miteinander zuſammenhängender Kammern zerlegt wird. Dieſer Prozeß der Strobilation ſchreitet von vorn nach hinten kontinuierlich fort (Fig. 54, 3), ſo daß ſchließlich eine ganze Anzahl am Rande

*) Es iſt bedauerlich, wenn in den erſten und verbreitetſten Hand- und Lehrbüchern der Zoologie die Scyphiſtoma ſteht. Das Wort leitet ſich ab von ὁ σκύφος, der Becher und τὸ στόμα, der Mund! Man wende nicht ein, daſs dies gleichgültig ſei, eine ſolche Behauptung verrät wenig Urteil.

Digitized by Google

mit 8 zweiteiligen Lappenanhängen verſehene flache Schalen wie ein Satz Teller in einander ſtecken. Endlich löſt ſich die oberſte Schale los und ſtellt eine flache Scheibe dar, welche im Scheitel ein kleines Loch, gewiſſermaßen eine Narbe des Zuſammenhangs mit der Strobila, einen Nabel, wenn man will, hat. Dieſes Loch führt in den losgeſchnürten Teil des alten Magenraums des Scyphiſtoma, welcher ſich ſeitlich in die lappenartigen Anhänge fortſetzt und vorn bis auf eine offene Röhre geſchloſſen iſt. Die Scheibe dreht ſich um, ſodass der Eingang zur Röhre ſich unterhalb befindet, — eine junge Qualle, eine Ephyra (Fig. 54, 4 u. 5) iſt fertig. So löſt ſich eine nach der andern von der Strobila los; die Spur des alten Zuſammenhanges, das Scheitelloch, verſchwindet bald, die offene Röhre unten wird zum Mundſtiel der Qualle, die ſeitlichen Fortſätze des Magenraums gabeln ſich in regelmäßiger Weiſe mehr und mehr, wodurch ſich ein ziemlich kompliziert angeordnetes Gaſtrovascularſyſtem entwickelt in dem Maße, wie die junge Qualle zur geſchlechtsreifen Aurelia heranwächſt. Das ungeteilte Baſalſtück der Strobila ernährt ſich fort und fort

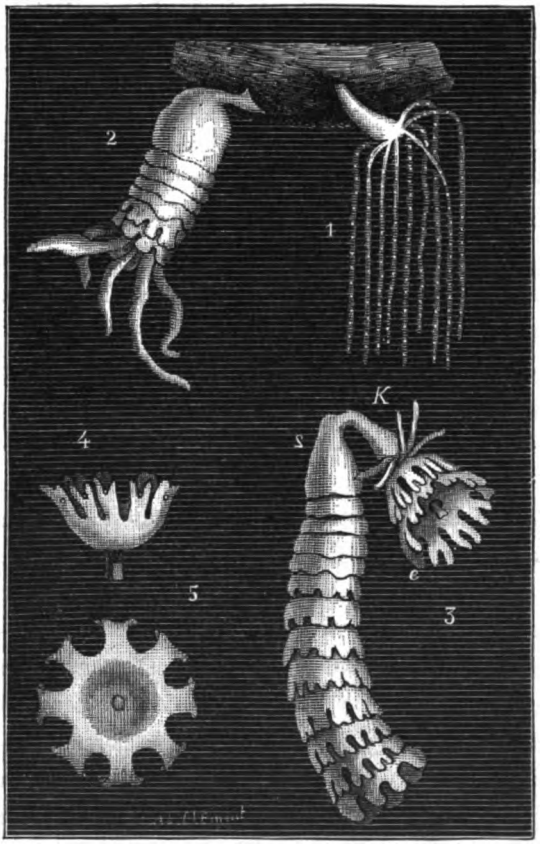


Fig. 54. Entwicklung einer Scheibenqualle (Aurelia aurita). 1) Ausgebildetes Scyphistoma, 2) beginnende, 3) vollendete Strobila, S Baſalſtück, K eine ſekundäre Knoſpe desſelben, die gleichfalls ſtrobiliert, 4) und 5) junge freie Quallen (Ephyren).

Digitized by Google

und kann eine große Anzahl von Ephyren im Laufe einer gewiſſen Zeit produzieren. Erwähnenswerth iſt noch, daß das Baſalſtück der Strobila gelegentlich ſekundäre Knoſpen treiben kann, die gleichfalls ſtrobilieren. (Fig. 54, 3, K).

Der Unterſchied einer Strobila und eines Hydroidpolypen liegt zunächſt darin, daß erſtere in viel geringerem Grade eine Kolonie iſt, als dieſer. Arbeitsteilung iſt nur inſoweit eingetreten, als das Baſalſtück einen Haftapparat darſtellt und ſo ergiebt ſich ein Vergleich mit einem Bandwurm, einer Taenia von ſelbſt: Das Scyphiſtoma gleicht einer Finne, die ſich mit ausgeſtülptem Kopfe eben irgendwo im Darm befeſtigt hat, die Strobila dem Bandwurm, ihr Baſalteil dem Bandwurmkopfe, die ſich nach und nach von vorn nach hinten ein- und abſchnürenden Scheiben entſprechen den reifenden Wurmgliedern, die frei gewordene Ephyra endlich der losgelöſten geſchlechtsreifen Proglottide.

Weiter iſt für die Entwicklung der Scheibenquallen ein Loslöſen in der Richtung von vorn nach hinten, für die Hydroidmeduſen aber in ſeitlicher Richtung vom Mutterſtamme charakteriſtiſch.

Viele andere neſſelnde Hohltiere kommen bei ihrer Entwicklung über das Stadium eines Scyphiſtoma nicht hinaus, indem ſie zeitlebens Einzelindividuen bleiben.

Man hat die Knidarien in fünf Klaſſen zerlegt, nämlich in Korallpolypen (Anthozoa), Hydroidpolypen oder Meduſopolypen (Hydrozoa), Schwimmpolypen (Siphonophora), Scheibenquallen (Acalepha) und Rippenquallen (Ctenophora).

Die Korallpolypen ſind meiſt feſſile, feſtgewachſene oder doch mit einem Ende in Sand und Schlamm ſteckende Tiere, bei denen infolge der geringen Beweglichkeit des Körpers ſich im Meſoderm ein oft anſehnliches kalkiges, bisweilen horniges, in einzelnen Fällen abwechſelnd kalkiges und horniges Skelett entwickelt hat. Die Elemente dieſes Skeletts können, ähnlich wie bei den meiſten Spongien, iſolierte Kalknadeln verſchiedenartiger Form ſein, oder ſie verwachſen zu zuſammenhängenden Gerüſten, und oft genug finden ſich beide Arten in ein und demſelben Tiere vereinigt. Die frei beweglichen Formen zeigen keine derartigen Bildungen. Der Magenraum iſt durch ſeitliche Längsniſchen, welche durch

Digitized by Google

vorſpringende Leiſten oder Septen (Meſenterialfalten) getrennt ſind, kompliziert (vergl. Fig. 51, S. 179). Im obern Teil des Tieres verwachſen die freien Ränder der Septen vom Mundrande an zu einer Binnenröhre, hinter welcher die Septaltaſchen liegen. Unter dieſer „Speiſeröhre“ ſind die Septalränder frei und die Seitennischen kommunizieren nach oben mit den Septaltaſchen, welche ihrerſeits ſich ſehr oft in die Tentakeln fortſetzen, ſodaß letztere hohl ſind.

Dieſe Neſſeltiere pflanzen ſich einfach, ohne Quallenformen fort und zwar entweder geſchlechtlich oder indem ſie durch Sproſſung Kolonien bilden oder endlich durch Teilung, welche häufig eine Längsteilung ſein kann. Die Korallpolypen zerfallen in die beiden Ordnungen der Alcyonarien und Zoantharien.

Sehr bekannte, namentlich durch die Seewaſſeraquarien populär gewordene Formen der zweiten Ordnung ſind die Seeanemonen oder Aktinien, welche mit ihren zahlreichen, in mehreren Kreiſen arrangierten Fangarmen und oft prachtvollen Farben Blumen ſehr gleichen. Dieſe Tiere beſitzen keine Skelettelemente und ſind im ſtande, ſich frei, wenn auch langſam, durch Fortſchieben auf dem aboralen Körperende zu bewegen, manche verſtehen auch zu ſchwimmen. Sie ſind getrennt geſchlechtlich und pflanzen ſich auf gewöhnlichem Wege ohne beſondere Metamorphoſe fort, daneben kommt bei ihnen aber auch noch eine ungeſchlechtliche Vermehrung vor. Nach den Beobachtungen von Dicquemère, Hogg, Wright und andern löſen ſich kleine Stückchen von der Leibeswand der Tiere (Actinoloba dianthus, Sagartia miniata) namentlich von der ſogenannten Fußſcheibe, auf welcher ſie ſitzen und mit der ſie kriechend ſich bewegen, los und wachſen zu kleinen Aktinien aus. Vorübergehend kommt auch Sproſſenbildung vor; ſo iſt es nach van Beneden keine Seltenheit, in Aquarien die Actinia plumosa mit einfachem Magenrohr, aber mit doppelter Mundöffnung zu ſehen. Dalyell beobachtete bei einer in Gefangenſchaft gehaltenen Aktinie Längsteilung während mehrerer Jahre und Goſſe konſtatierte dieſe Fortpflanzungsart für die ſchöne Anthea cereus.

Die Seeanemonen ſind in allen Meeren, an den Küſten, beſonders wenn dieſe felſig ſind, bis zum Stande der niedrigſten Ebbe gemein, ſie

Digitized by Google

finden ſich aber auch in beträchtlichen Tiefen und wie es ſcheint, gelegentlich in großen Geſellſchaften zuſammen. So dredſchte der Talisman einmal mit einem Zuge bei einer Tiefe von 490 Faden 250 Exemplare einer eigentümlichen Aktinie, bei welcher, wie das mehrfach vorkommt, die radiäre Symmetrie ſekundär in eine bilaterale übergegangen war, indem der Mund eine ovale Geſtalt angenommen hatte und von zwei lippenartigen Wülſten eingefaßt wurde, auf welchen die Tentakeln ſtanden (Actinotheca pellucida). Bei einer andern Form (Actinia bellis) ſind nach den Angaben von Wright die Kopfſcheibe und der Mund oval und die Entleerung der Kotmaſſen findet immer in einem und demſelben Winkel des Mundes (der ja After zugleich iſt) ſtatt und der ihm zunächſt ſtehende Tentakel iſt beſonders gefärbt. Auch unter dem von Richard Hertwig in ausgezeichneter Weiſe bearbeiteten Aktinienmaterial der Challenger-Expedition befinden ſich bilateral-ſymmetriſche Formen und zwar in der Familie der Amphianthiden (Stephanactis, Amphianthus). Die bilaterale Symmetrie iſt hier deutlich eine Folge der Lebensweiſe: die Tiere umklammern nämlich mit ihrer Fußſcheibe die Axenſkelette von Koralltieren (Gorgoniden), welche bei beträchtlicher Länge einen nur geringen Durchmeſſer haben. So wird ſich der Körper des Paraſiten oder Mietsmanns in der Richtung des Längswachstums ſeines Wirtes ſtrecken.

Die Neigung der Seeanemonen, ſich an andere Tiere anzuſchließen, kann öfters beobachtet werden. Beiſpielshalber findet ſich in der Tiefſee eine ganz eigenartige Form, (Epizoanthus paraſiticus), welche eine Kolonie bildet, was für Aktinien etwas ſehr Merkwürdiges iſt. Dieſe Kolonie ſiedelt ſich immer auf einem von einem Bernhardkrebſe bewohnten Schneckenhauſe an, löſt dasſelbe vollſtändig, ſogar die Spindel mit, auf, bewahrt aber im Innern genau die Geſtalt der Konchylienſchale, ſodaß der Krebs in der Höhlung der Seeanemonen-Kolonie ebenſo ſicher und bequem wohnt, wie vordem in dem abgelegten, annektierten Weichtierbau. Ja, vielleicht hat der Krebs noch einen größeren Vorteil von ſeinem Epizoanthus. Wenn er nämlich in einem Schneckenhauſe wohnt, iſt er genöthigt, nach oder bei jeder Häutung umzuziehen, denn er wächſt zwar, ſeine Wohnung aber nicht mit ihm, ſowenig wie bei unſern Kindern die Kleider. Ein Umzug iſt aber immer eine gefährliche Sache

Digitized by Google

für einen Bernhard- oder Diogeneskrebs. Er hat nämlich infolge des künſtlichen Schutzes den ihm urſprünglich angeborenen einer harten Hautbedeckung verloren, und ſein zarter ſaftiger Hinterleib wird von andern Krebsarten und von Raubfiſchen ſehr geſchätzt. Bemerken dieſe Schnapphähne, daß der kleine Diogenes anfängt, nervös aufgeregt auf die Wohnungsſuche zu gehen, ſo ſchenken ſie ihm eine ſehr unerwünſchte Aufmerkſamkeit und laſſen ihn nicht aus dem Auge. So iſt es wenigſtens bei den in ſeichtem Waſſer lebenden Formen und wird bei denen der Tiefſee nicht viel anders ſein. Es iſt ihm aber ſeine Seeanemonen-Geſellſchaft gewiß auch noch in anderer Hinſicht nützlich, wie es ſicher bei einem anderen Bernhardkrebſe der europäiſchen Küſten des atlantiſchen und mittelländiſchen Meeres der Fall iſt. Derſelbe hauſt gern in den abgeſtorbenen Schalen des gemeinen Wellhorns, und ſehr oft trägt er auf dieſem ein oder mehrere Individuen einer bräunlichen geſtreiften Aktinie (Sagartia parasitica Fig. 55) auf ſich herum. Kommt er in die Lage, umziehen zu müſſen, ſo nimmt er ſehr ſorgfältig ſeine Mietsleute von der verlaſſenen Wohnung herunter und verpflanzt ſie auf die neue. Dieſes Verhältnis beruht auf gegenſeitigem Vorteil, es iſt eine Aſſociation auf Gegenſeitigkeit oder, wie man es genannt hat, ein ſymbiotiſcher Prozeß. Der Krebs hat den größten Nutzen von der Seeanemone, die tapfer neſſelt und brennt und alle unberufenen Störenfriede ihrem Hausherrn vom Leibe hält, ihr Vorteil aber iſt der, daß ſie ohne eigene Anſtrengungen und viel raſcher als etwa durch dieſelben vom Flecke und ſomit in Verhältniſſe beſſerer Ernährung kommt.

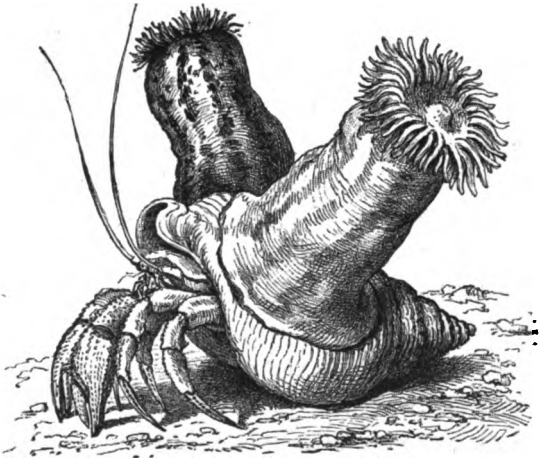


Fig. 55. Ein Pagurus in der Schale eines Wellhorns mit 2 Sagartia parasitica.

Digitized by Google

Unter den Tiefſee-Aktinien findet ſich weiter eine Reihe außerordentlich intereſſanter Formen, die vielleicht von weittragender morphologiſcher Bedeutung ſind. Während die Seeanemonen zu derjenigen Gruppe der Neſſeltiere gehören, deren radiär angeordneten Organen und Leibesteilen die Zahl ſechs (alſo dieſe ſelbſt oder ein Mehrfaches von ihr) zu Grunde liegt, fand Hertwig unter dem Challenger-Material Formen, bei denen dies nicht der Fall iſt, die ſich, wenigſtens teilweiſe (Sicyonidae), wie viele andere Coelenteraten nach der Grundzahl vier (dieſe oder ihr Mehrfaches) arrangieren. Er hat aus den wenigen ſo beſchaffenen Arten einen zweiten Tribus der Paraktinien gemacht, welchen er dem gewöhnlichen der Hexaktinien coordiniert. Dieſe Paraktinien ſind deshalb von Bedeutung, weil ſie vielleicht hinüberleiten zu den uralten, mit feſtem Kalkſkelette verſehenen Tetrakorallien des Silur, Devon und Kohlenkalks, die in nur ſehr ſpärlichen Reſten bis in die Jetztzeit ſich gehalten haben (Haplophyllum Pourtalès, Guynia Duncan).

Eine zweite ſehr beachtenswerte Thatſache iſt die, daß manche Tiefſee-Anemonen eigentümliche Umbildungen der Tentakeln zeigen. Die meiſten, wahrſcheinlich alle Aktinien haben in ihren Fangarmen einen zarten, am freien Ende offen ſtehenden Kanal, durch welchen beim Zuſammenziehen des Tieres Waſſer ausgeſtoßen wird. Bei einigen abyſſiſchen Formen, die zum Teil der Familie der Liponemiden, zum Teil dem Tribus der Paraktinien angehören, iſt nun eine Rückbildung der Tentakeln eingetreten. Bei Polysiphonia ſtellen ſie kurze, feſtwandige Röhren dar, die im hintern Abſchnitte eirund, vorn fein ausgezogen, wenig kontraktil und nicht geeignet zum Faſſen und Halten der Beute ſind, aber da die Endöffnung groß iſt, ſo funktionieren ſie als Einſtrömungs-Apparate, durch welche die Tiere Waſſer nebſt der in dieſem ſuspendierten Nahrung aufnehmen. Bei Sicyonis ſtehn 64 warzenförmige Tentakeln mit weitem ſchlitzförmigen Eingangsloche in einem Doppelkranz um die Mundöffnung. Bei Polystomidium iſt eine noch bedeutendere Reduktion der Fangarme eingetreten, da ſie nur als ſchwacher niedriger Wandungsrand einen geräumigen Eingang zu dem Kanal umgeben. Polyopis, eine ſehr eigentümliche ſackförmige Gattung der Paraktinien wahrſcheinlich mit einem Loche im aboralen Pole, wie Edward-

Digitized by Google

sia, und mit 36 den Septen entſprechenden Längsfurchen auf der äußern Körperwand, hat 36 einfache, nicht umwallte Schlitze ſtatt der Tentakeln an der Mundſcheibe. Noch mehr vereinfacht und in großer Zahl vertreten (mehrere Hundert) ſind bei Liponema multiporum dieſe den Fangarmen entſprechenden Löcher, mittels welcher das Mageninnere der Aktinie mit der Umgebung kommuniziert. Die Bedeutung dieſer merkwürdigen Umbildung liegt darin, daß hierdurch ein neues Streiflicht auf die Abkunft der Schwämme geworfen wird.

Im März 1882, als dieſe wunderbaren Tiefſee-Anemonen mir noch unbekannt waren — denn Hertwigs Abhandlung erſchien erſt Ende desſelben Jahres — ſchrieb ich in einem Aufſatze über Entwicklungsgeſchichte der Schwämme und über das Verhältnis dieſer Tiere zu den Neſſel-Hohltieren: „Poriferen (Schwämme) und Teliferen (Knidarien) ſind zwei divergierende Äſte des Coelenteratenſtammes, welche ſich aus der gemeinſamen Stammform der Protoaktinie entwickelt haben“, eine Behauptung, welche angeſichts dieſer, mit Waſſer aufnehmenden Löchern in der Mundſcheibe anſtatt mit Tentakeln verſehenen, Tiefſee-Aktinien aufrecht zu erhalten, ich mich mehr denn je veranlaßt ſehe.

Was die bathymetriſche Verteilung der abyſſiſchen See-Anemonen angeht, ſo findet ſich Antemorphe elegans noch bei 2900 Faden und zwiſchen 1800 und 1900 wurden noch ſechs Arten gedredſcht.

Neben den See-Anemonen, den weichhäutigen Blumentieren (Anthozoa malacodermata), finden ſich in der Tiefſee auch eine Anzahl Vertreter der harthäutigen (sclerodermata) Madreporen. Niemand kann die Etymologie dieſes Namens, der aus dem Ende des 16. Jahrhunderts von Terrante Nuporato herrührt, genau angeben; die einen ſehen in ihm ein verdorbenes italieniſches Wort, das „Mutter der Poren“, d. h. mit vielen Poren verſehen, heißen ſoll, andere, wie Alexander Agaſſiz, leiten es aus dem griechiſchen *μαδαρός*, haarlos, und *πόρος*, Öffnung, ab, was aber noch weniger Sinn giebt als die ältere Meinung.

Die Madreporen zeichnen ſich durch den Beſitz eines zuſammenhängenden Skeletts in der Fußplatte, der Außenwand (das Mauerblatt) und in den Septen aus. Das Mauerblatt kann ſolid oder von Lücken

Digitized by Google

durchbrochen ſein, ſich von der Fußplatte in verſchiedenen Winkeln erheben oder als eine Fortsetzung desſelben auftreten, wonach die Leibesgeſtalt walzen-, becher- oder ſcheibenförmig wird. Die Tiere präſentieren ſich als Einzelweſen von oft bedeutender Größe (Fungia) oder als Kolonien der verſchiedenartigſten Geſtalt, aber jede Art hält ziemlich genau denſelben Wachstumsmodus bei.

In gewiſſer Beziehung entſprachen die während der Challenger-Expedition erbeuteten Tiefſee-Madreporen den gehegten Erwartungen nicht. Sie zeigen weder beſondere anatomiſche Eigentümlichkeiten, noch werfen ſie Licht auf Verwandtſchaftsverhältniſſe der verſchiedenen Formen untereinander, und ihr Bearbeiter Moſeley meint, daß ſie keine altertümlichen Formen ſeien, daß die Ahnen vielmehr Bewohner des flachen Waſſers geweſen wären. Viele aber zeichnen ſich aus durch eine wundervolle Regelmäßigkeit und außerordentliche Zartheit des Skeletts. Die verſchiedenen Arten gleichen ſich in der Jugend ſo ſehr, daß es bisweilen geradezu unmöglich wird, ſie in dieſer Lebenszeit zu unterſcheiden.

Manche Formen variieren nach der Größe und nach dem Grade der Feſtigkeit ihres Skeletts. So ſchwanken die Exemplare von Bathyactis symmetrica zwiſchen 5 und 40 mm, ohne daß etwa die Größendifferenzen auf verſchiedene Altersſtufen zurückgeführt werden könnten, denn, und das iſt für die Beurteilung des Alters der Anthozoen entſcheidend, die Zahl der Septen, welche mit den Jahren in regelmäßiger Weiſe zunimmt, iſt die nämliche. Auch die Tiefe des Wohnorts iſt merkwürdigerweiſe gleichgültig, was die Größe anlangt, aber durchaus nicht, was die Konſiſtenz des Skeletts betrifft. Große Exemplare ſind außerordentlich zerbrechlich und bei Exemplaren aus großen Tiefen, namentlich wenn dieſelben vom Diatomeenſchlick herſtammen, treten in dem mit der Fußplatte in einer Fläche gelegenen Mauerblatt Lücken auf, die Folge der Kalkarmut des betreffenden Waſſers. Bei den prächtigen, ſcheibenförmigen bis konkav-konvexen, mützenartigen Leptopenus-Arten, Tiefſeeformen erſten Ranges, iſt das Skelett wundervoll ſymmetriſch und das Fuß- und Mauerblatt ſehr regelmäßig ſiebartig durchbrochen, ſodaß ſich, wie bei dem Netz einer Radſpinne, zwiſchen den zarten weißen Längsſepten äußerſt gleichmäßige Querbälkchen aus-

Digitized by Google

ſpannen. Stephanotrochus nobilis (Fig. 56), aus einer Tiefe von 1000 Faden bei den Azoren, iſt eine ſchöne Art von Becherform mit zwölf ſtark markierten, außen als Rippen und auch oben vorſpringenden Septen, welche die älteſten und zuerſt angelegten ſind, zwiſchen dieſe ſchieben ſich im Weiterwachſen die übrigen nach und nach ein. Flabellum alabastrum (Fig. 57), mit der vorigen Spezies zuſammengedredſcht, iſt 50 Millimeter hoch, keilförmig, außerordentlich zart und zerbrechlich, von prächtiger hellroter Farbe.

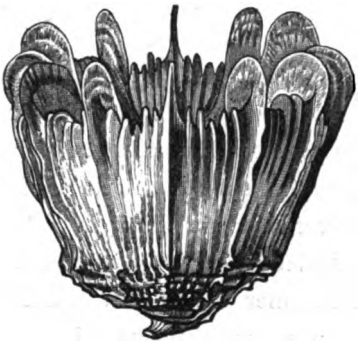


Fig. 56. Stephanotrochus nobilis von den Azoren aus einer Tiefe von 1000 Faden.

Von den verzweigten Madreporenformen iſt Lophohelia prolifera (Tafel II, 1) inſofern von Wichtigkeit, als ſie in der Tiefſee Korallenriffe bildet. So fanden die Naturforſcher des „Porcupine“ im nordatlantiſchen Ozean den Boden in einer Tiefe von 300—600 Faden und

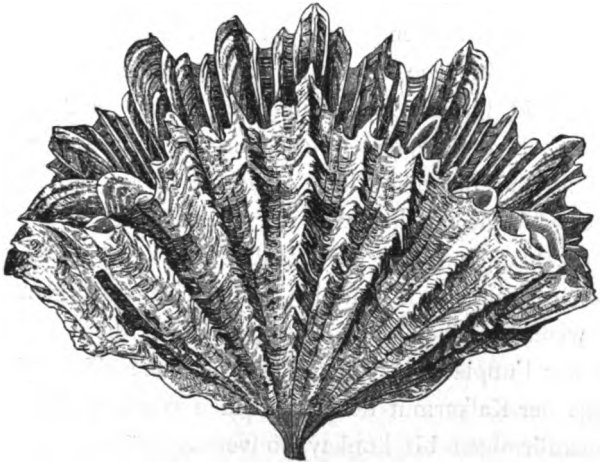


Fig. 57. Flabellum alabastrum, von den Azoren, aus einer Tiefe von 1000 Faden.

bei einer Temperatur bis zu 0° C. ſtellenweiſe auf Meilen mit einem Buſchwerk dieſer ſchönen Koralle bedeckt, die ſich an gewiſſen Örtlichkeiten, z. B. zwiſchen Schottland und den Faröer, zu wahren Bänken

Digitized by Google

häufte. Bei andern Madreporen ſtellen die Kolonien keine verzweigten Bäumchen dar, ſondern feſte, kompakte Maſſen, in denen die Einzelpolypen ſo dicht ſitzen, daß ihre Gehäuſe ſich gegeneinander abflachend aus der runden Form in eine polyedriſche übergehen. (Astroïdes calycularis Fig. 58.) Wenn die Einzelpolypen ſich frei hervorſtrecken, wenden ſie ſich nach allen Seiten und geben, meiſt lebhaft gefärbt und von ſehr eleganter Geſtalt, ein prächtiges Bild.

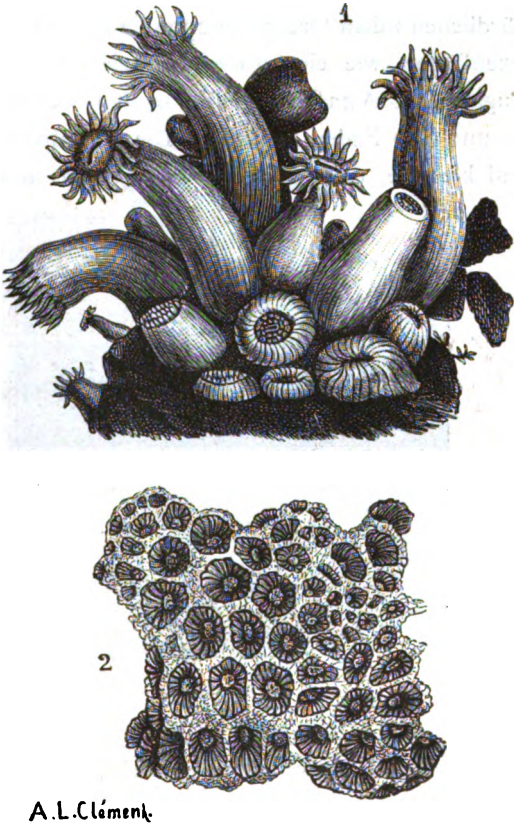


Fig. 58. Astroïdes calycularis aus dem untiefen Waſſer des Mittelmeeres. 1) Mit ausgeſtreckten, in der Natur prächtig orangeroten Polypen, 2) in zuſammengezogenem Zuſtande.

Die Madreporen ſind es auch, welche den Hauptanteil an der Bildung der Korallen-Riffe -Bänke und -Atolle nehmen. Aber immer ſind es hier Arten des untiefen Waſſers, welche ſchon bei 22 Faden ihre untere Verbreitungsgrenze erreichen.

Die echten Tiefſeekorallen ſind meiſt Einzeltiere, von denen einige 30 Arten bekannt ſind, die unter 300 Faden vorkommen. Manche haben eine ſehr weite horizontale und vertikale Verbreitung; ſo iſt die ſchöne Bathyactis symmetrica eine nahezu kosmopolitiſche Bewohnerin der Meere zwiſchen 32 und 2900 Faden, Deltocyathus geht bis 2375, Flabellum bis 1500 Faden. Nur auf die Tiefſee beſchränkt, in Regionen zwiſchen 1600 und 2200 Faden, iſt Leptopenus.

Digitized by Google

Von Antipathes, einer Anthozoëngattung, welche zierliche, baumartige Kolonien mit einem ſchwarzen hornigen Axenſkelette (daher „ſchwarze Korallen“ genannt) bildet, wurden auf der Challenger-Expedition zweimal Exemplare aus größeren Tiefen gedredſcht: das eine Mal zwiſchen den Azoren und Madeïra bei 1650, das andere Mal im nördlichen ſtillen Ozean bei 2900 Faden. Anthipathes spiralis, deren Axenſkelett wie ein großer Korkzieher gewunden iſt, wird nach den Angaben A. Agaſſiz' häufig in den weſtindiſchen Gewäſſern zwiſchen 50 und 900 Faden gefunden. Die Einzelpolypen ſind dimorph, größere und kleinere, und beide Formen ſtehen abwechſelnd entlang der Axe.

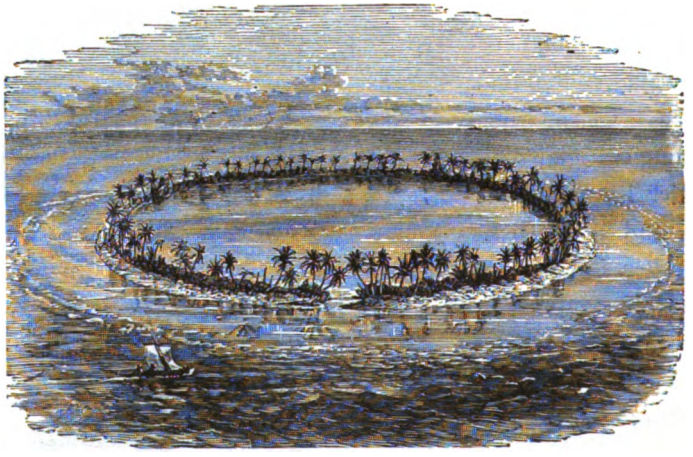


Fig. 59. Ein Korallenatoll (die Clark-Inſel).

Eine Art (A. columnaris) iſt immer von einem Ringelwurm bewohnt, der auf ihre Geſtalt beeinfluſſend einwirkt, indem ſich nämlich um den centralen Axenteil eine Art Hülſe aus netzartig verflochtenen Hornfaſern entwickelt, in welcher der Wurm hauſt.

Auch die zweite Gruppe der Blumenpolypen, die der Alcyonarien, welche ſtatt ſechs Fangfäden deren acht und zwar gefiederte beſitzen, hat intereſſante Vertreter in der Tiefſeefauna.

An einem Mitgliede dieſer Gruppe, der Edelkoralle, wurde die Tiernatur der Polypen überhaupt entdeckt. Schon der blinde, 1634 zu Hanau geborene Naturforſcher Rumphius erwähnt in ſeiner „Amboinaſchen

Digitized by Google

Rarietäten-Kammer", daß einige indiſche Philoſophen der Meinung ſeien, die Korallſteine würden von unſichtbaren kleinen Tierchen verfertigt. Das Altertum glaubte, wie unter anderm Ovid in ſeinen Metamorphoſen erwähnt, die Koralle ſei unter Waſſer ein weiches Kraut und erſtarre erſt an der Luft zu Stein. Der von mir ſchon einmal angeführte Graf Marſigli ſpricht in ſeiner Naturgeſchichte der Meere auch ausführlich über die Edelkoralle und führt die Idee, daß dieſelben Pflanzen ſeien, weiter aus. Schon 1707 hatte er in einem Briefe an den Abbé Bignon mitgeteilt, daß er an den Korallen Blumen entdeckt habe. „Die Blumen", bemerkt er in der ausführlichen Beſchreibung, „zogen ſich, nachdem ſie aus dem Waſſer genommen worden waren, in ihre Röhrchen zurück, erſchienen aber ſofort wieder, als ich ſie in ein Glasgefäß mit Seewaſſer gebracht hatte. Ich ſah alle meine Korallenäſte mit weißen, $1\frac{1}{2}$ Linie langen Blumen bedeckt. Aus einem weißen Kelch erhoben ſich acht Strahlen von derſelben Farbe, alle gleich groß und dicht aneinander liegend. Sie bildeten einen ſchönen Stern, ähnlich einer Nelke." Sechzehn Jahre nach Marſigli hatte ein junger franzöſiſcher Arzt, Jean Antoine Peyſonnel, die Korallen unterſucht und kam zu der Überzeugung, daß es Tiere ſeien. Réaumur, den er dieſe Anſicht der Akademie vorzulegen bat, kam dieſem Anſuchen zwar nach, verſchwieg aber den Namen des Einſenders aus Furcht, denſelben ſonſt zu kompromittieren. Eine ganz andere Bedeutung erlangten die „Blumen" der Korallen, als man Anfang der vierziger Jahre des 18. Jahrhunderts die von Leeuwenhoek entdeckten Süßwaſſerpolypen näher durch Trembley kennen lernte.

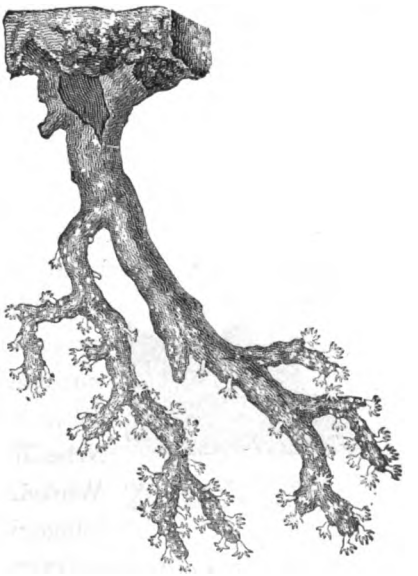


Fig. 60. Edelkoralle (Corallium rubrum). Bäumchen in der Stellung, wie ſie mit der Baſis nach oben unter überhängenden Felſen wachſen. Die Polypen ſind hervorgeſtreckt. Natürliche Größe.

Digitized by Google

Die Edelkoralle, über welche die Wiſſenſchaft dem ausgezeichneten franzöſiſchen Zoologen Lacaze-Duthiers eine Muſtermonographie verdankt, iſt noch kein eigentliches Tiefſeetier, da ſie meiſt zwiſchen 50 und 60, ſelten nur noch bei 100 Faden vorkommt. Auf der Kreuzfahrt des Talisman wurde aber eine ähnliche Form (Coralliopsis Perrieri) im atlantiſchen Ozean in einer Tiefe von 270 bis 330 Faden entdeckt.

Die Gorgoniden ſind durch merkwürdige Arten in der Meerestiefe repräſentiert. Manche derſelben erreichen die anſehnliche Höhe von einem Meter und viele ſind, wie das ſo oft bei feſſilen Tiefſeetieren der Fall iſt, dadurch ausgezeichnet, daß ihre Axe Wurzelausläufer bildet, mittels deren ſie im Schlamme feſtſitzen, während ihre Verwandten in flachem Waſſer ſich gern mit einer verbreiterten Baſalplatte an Steine und dergleichen anheften. Sie dringen bis zu 2300 Faden in die Tiefe vor und manche zeigen, entſprechend der Ruhe ihres Aufenthaltsortes ſehr regelmäßige Formen. So beſitzt Isidigorgia Pourtalesii eine zarte unverzweigte Hauptaxe, welche ſpiralig wie ein weitwindiger Korkzieher aufſteigt. Auf dieſer ſitzen die zarten, geraden, einfachen Nebenäſtchen nach außen zu in einem rechten Winkel, ſodaß das ganze Weſen wie eine luftige Wendeltreppe ausſieht. Ein ſeltſames Geſchöpf iſt Callozootron mirabile, in der Südſee bei 1675 Faden gefunden. Es beſitzt eine ziemlich lange, biegſame und nur teilweiſe verkalkte Axe, welche keine Seitenzweige treibt, aber auf fünf Sechſtel ihrer Oberfläche von dicht aneinander gedrängten Polypen bedeckt iſt. Der Reſt iſt ohne ſolche und mit dieſem liegt die Gorgonide auf dem Boden. Leider war das Hinterende unvollſtändig und es läßt ſich nicht ſagen, ob dasſelbe einfach oder mittels veräſtelter Wurzeln im Schlamme ſtak. Perceval Wright hält es für wahrſcheinlich, daß die ganze Kolonie zufolge der Kontraktionsfähigkeit der einzelnen Polypen im Leben wurmartige Bewegungen ausführen kann. Eine ſehr intereſſante Familie von Tiefſee-Alcyonarien ſind die Chryſogorgiden, bis jetzt bloß aus dem

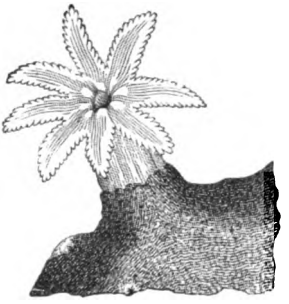


Fig. 61. Edelkoralle (Corallium rubrum). Vorgeſtreckter Einzelpolyp. Vergrößert.

Digitized by Google

weſtlichen atlantiſchen Ozean (Weſtindien, Küſte von Neuengland) bekannt. Ihre Axen ſind oft einfach und ſehr zart, nur von der Stärke eines Pferdehaares, bilden aber bisweilen, veräſtelt und ſpiralig gekrümmt, verworrene Büſche. Das Wunderbarſte an dieſen Axen aber iſt, daß ſie von dem Polypenüberzug entblößt, prächtig metalliſch glänzen, grün wie Smaragd oder wie poliertes Gold und Perlmutter. Auch eine Form aus der Familie der Iſidinen, bei denen die Axe abwechſelnd aus verkalkten und unverkalkten hornigen Gliedern beſteht, zeigt die letzteren in Bronzeglanz, während die erſteren vom reinſten Elfenbeinweiß ſind, was zuſammen einen ſehr ſchönen Effekt macht und dem Geſchöpf den Beinamen der „geſchmückten“ Horniſis (Ceratoisis ornata) eingebracht hat. Viele Gorgoniden zeichnen ſich durch lebhafte Phosphoreszenz aus.

In noch höherem Maße iſt dies der Fall bei den Pennatuliden der Tiefſee, die ſehr ſtark mit bläulichem Lichte leuchten. Wyville Thomſon vergleicht den hellvioletten Phosphorſchein der Pavonaria quadrangularis mit dem Lichte einer Cyangas-Flamme. Bei andern iſt es ein flackernder weißer Schimmer. Die Pennatuliden ſind Alcyonarien-Kolonien, die niemals einem Untergrunde feſt aufgewachſen ſind, ſondern mittels ihres langen einfachen Axenteils im Schlamme oder Sande ſtecken. Die Anordnung der Einzelpolypen, unter denen neben den Geſchlechtstieren auch ſterile vorkommen, iſt eine verſchiedene: entweder ſie ſitzen auf ſeitlichen blattartigen Fortſätzen des Hauptſtammes, ſodaß die ganze Kolonie wirklich einer Vogelfeder gleicht (Fig. 62, 1), oder ſie befinden ſich direkt an demſelben, wodurch die ganze Geſtalt rutenförmig wird (Fig. 62, 2), oder der Hauptſtamm endet oben mit einer breiten nierenförmigen Platte, in welcher die Einzeltiere ſtecken, oder endlich die ſtattlichen Polypen ſitzen zu einer Dolde vereinigt an ſeiner Spitze. Der Stamm kann eine hornige bis kalkige Axe enthalten, welche bei den mit nierenförmigen Endplatten verſehenen Formen (Renillidae) indeſſen fehlt, und bei den federförmigen ſitzen in den Seitenblättern anſehnliche Kalknadeln.

Als Koelliker ſeine große Monographie der Pennatuliden oder Federkorallen ſchrieb (1871), war er nach dem Stande der damaligen Kennt-

Digitized by Google

niſſe vollkommen zu der Annahme berechtigt, daß dieſe Geſchöpfe hauptſächlich Bewohner des flachen Meereswaſſers ſeien. Und für die höheren Formen, für die echten federförmigen Pennatuliden iſt dieſe Anſicht für heute noch und wohl überhaupt vollkommen richtig, denn nur 4 von ihnen finden ſich unterhalb 300, keine unter 565 Faden. Von den 32 Arten der niederer organiſierten, einfachen und altertümlicheren Gruppen finden ſich 26 unter 300, 11 unter 1000 und 4 unter 2000 Faden.

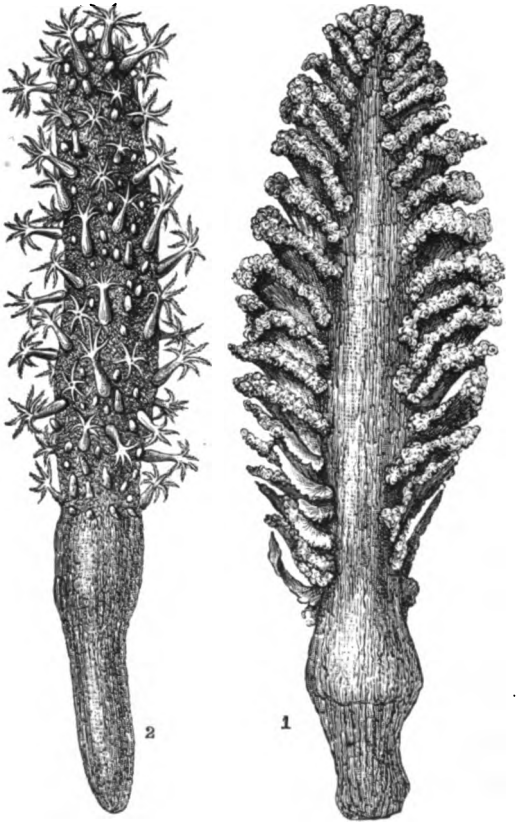


Fig. 62. Pennatuliden aus ſeichterem Waſſer. 1) Pteroeides griseum mit den Polypen auf ſeitlichen Blättern. 2) Veretillum cynomorium, Polypen (ausgeſtreckt) um den ganzen Stamm herum.

Zufällig iſt eine der Tiefſeeformen ſchon lange bekannt, ja eine der am häufigſten aufgefundenen abyſſiſchen Tiere überhaupt. Das iſt Umbellula groenlandica, welche in der erſten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von Adriaanz, dem Kommandeur des Schiffes Britannia, an der Küſte Grönlands mit der Lotleine aus 300 Faden Tiefe heraufgeholt worden war. Sie wurde 1754 von Mylius beſchrieben. Hier ſitzen bis zu einem Dutzend verſchieden großer Polypen (die größten 3 cm) mit acht langen Tentakeln an der Spitze eines 2 mm dicken, aber 90 cm langen Stengels in Geſtalt einer nach einer Seite etwas überhängenden Dolde beiſammen. Durch die neuen Expeditionen iſt die Zahl der Umbellula-Arten auf 10 geſtiegen, welche

Digitized by Google

zwiſchen 300 und 2500 Faden vorkommen, und Umbellula leptocaulis aus den papuaniſchen Gewäſſern iſt überhaupt die bis jetzt am tiefſten aufgefundene (2440 Faden) Federkoralle.

Intereſſante Tiefſeeformen ſind noch Protocaulon molle mit einem 26 mm hohem Schafte, an dem ſich ein Polyp endſtändig befindet, während die andren ſeitlich alternierend in größeren Zwiſchenräumen ſtehen. Bei Microptilum Willemoesii, einem 22 mm hohen Bewohner des ſtillen Ozeans, ſitzen die Polypen gruppenweiſe im obern Teil nach der einen, im untern Teil nach der anderen Seite gewendet am Schaft. Der nur 20 mm hohe Zwerg Leptoptilum gracile aus 700 Faden Tiefe der Meere um Neuſeeland trägt ſeine Polypen an einer Seite, größere und kleinere in unregelmäßigen Gruppen abwechſelnd. Die Federkorallen ſind übrigens, wie es ſcheint, ſehr ungleichmäßig in der Tiefſee verteilt, bisweilen dürften ſie auf weite Strecken fehlen. Anderſeits aber ſtehen ſie gelegentlich ſo dicht bei einander, daß Wyville Thomſon von Pennatulidenwäldern im nördlichen atlantiſchen Ozean, aus unzähligen Pavonaria quadrangularis beſtehend, reden kann.

Die zweite Klaſſe der Coelenteraten iſt die der Polypomeduſen, ausgezeichnet dadurch, daß ihre Geſchlechtstiere entweder zu frei ſchwimmenden Meduſen werden oder aber, daß ſie ſich an der Kolonie als mehr oder weniger meduſenähnliche ſitzende Knoſpen (meduſoide Gemmen) entwickeln. Sie zerfällt in die Ordnungen der Hydroidpolypen, der Schwimmpolypen oder Siphonophoren und der Scheibenquallen oder Acalephen.

Die Hydroidpolypen ſind entweder ſolitäre oder meiſt Kolonien bildende Polypomeduſen mit, ſeltener ohne, Arbeitsteilung ihrer einzelnen Individuen. Die ganze Kolonie iſt das Hydroſom, das in der Regel von einer zartern oder feſtern Chitinhülle, dem Periſark, größtenteils überzogen iſt. Die einzelnen Polypen ſind entweder ungeſchlechtliche Zooide oder geſchlechtliche Gonophoren, die ſich ſehr verſchieden entwickeln, bald, wie geſagt, als Meduſe ſich loslöſen (vgl. Fig. 52 u. 53) bald als Geſchlechtsknoſpe an der Kolonie befeſtigt bleiben können. Durch die ganze Kolonie geht ein zusammenhängender centraler Hohlraum, der ſich durch Knoſpung und Divertikelbildung aus dem Magenraume des erſten aus dem Eie hervorgegangenen Polypen entwickelt. Bei manchen Individuen der Kolonie, welche meiſt in be-

Digitized by Google

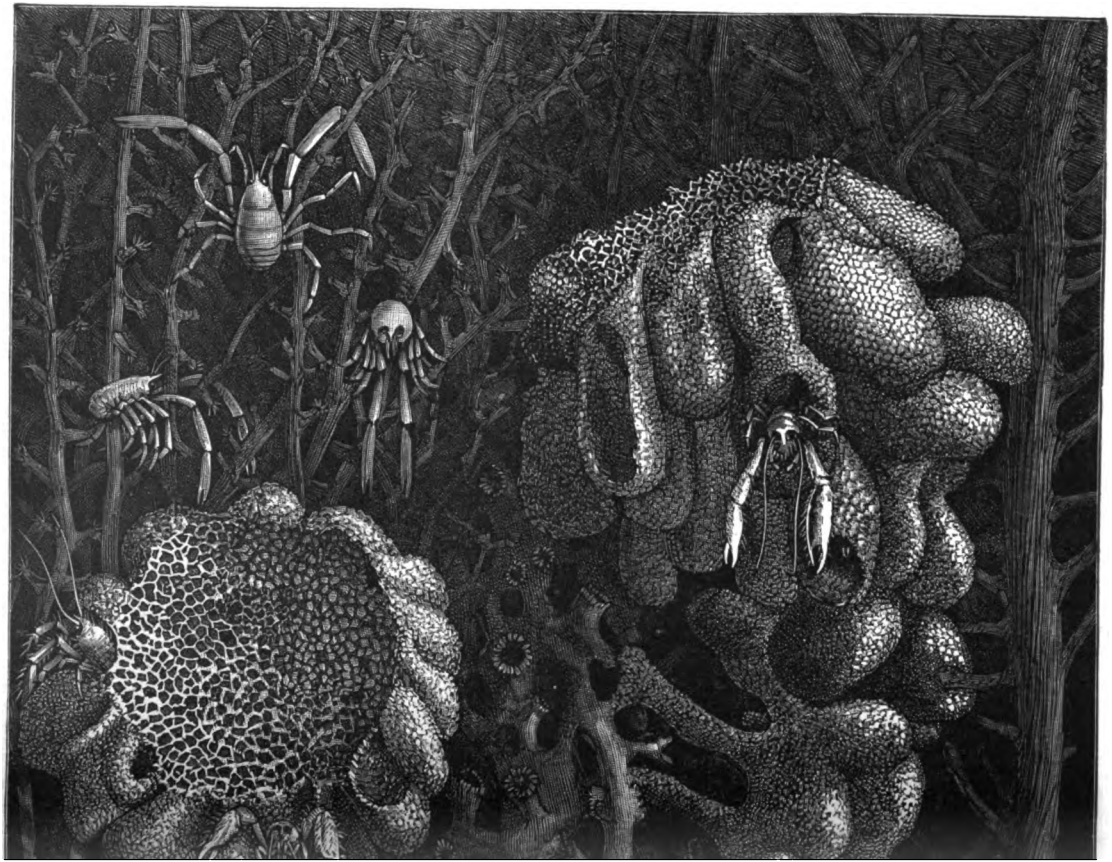
ſonderen becherförmigen Bildungen (Hydrotheken) des Periſarks ſitzen und rückziehbar ſind, ſteht der centrale Hohlraum am freien Ende als ein von Tentakeln umgebener Mund offen: dieſe Individuen ſind die Hydranthen, welche die Ernährung der ganzen Tiergeſellſchaft vermitteln. Daneben finden ſich bei verſchiedenen Formen in verſchiedener Zahl und Weiſe angeordnet ſterile Individuen, welche hauptſächlich als Sinnes(Empfindungs)organe wirken, andere, welche mit Neſſelfäden gefüllt als Waffen (Nematophoren) dienen u. ſ. w.

Im ganzen müſſen die Hydroidpolypen mehr als Bewohner der ſeichtern Meeresgewäſſer angeſehn werden. Leider ſind die vom Challenger geſammelten Schätze von Allman nur zum Teil durchgearbeitet, aber aus den vorliegenden Unterſuchungen, ſowie aus den auf der Expedition des Blake gewonnenen Reſultaten ergiebt ſich ſoviel, daß 1240 Faden die größte Tiefe iſt, bei welcher die eleganten, zarten, fadenförmigen (Aglaophenia crenata Weſtindien) Plumularien gefunden werden. Cladocarpus pectiniferus wurde bei den Azoren in einer Tiefe von 900 Faden entdeckt, und eine merkwürdige Verbreitung hat Cladocarpus formosus, die bis jetzt an zwei ſehr weit voneinander entfernt gelegenen Stellen der Weltmeere beobachtet wurde, nämlich bei Nordſchottland (167—632 Faden) und bei Japan (420—772 Faden). Außer dieſen drei Formen geht keine Art tiefer als 500, wenige nur tiefer als 300 Faden.

Von den anderen Untergruppen ſeien hier nur noch die Tubularien und Hydrokorallen erwähnt. Die erſten haben ein nur gering entwickeltes Periſark und keine Hydrotheken, oft ſind ſie ſolitäre Individuen. Zu dieſer Tiergruppe gehört eins der wunderbarſten und am meiſten befremdenden Geſchöpfe, das während der ganzen Challengerfahrt aufgefunden wurde. Im allgemeinen ſind die Tubularien klein: Corymorpha nutans z. B., eine in der Nordſee nicht ſeltene Form, iſt 60—70 Millimeter hoch, ſitzt mit kurzen Wurzelausläufern im Schlamm oder Sand, hat um den Mund zwei Tentakelkränze, einen inneren kürzeren und einen äußeren längeren; zwischen beiden entwickeln ſich die als „Steenstrupia“ bekannten kleinen Quallen. Eine nahe verwandte Art (Monocaulus imperator) iſt es nun, die im nördlichen ſtillen Ozean in einer Tiefe von 1875 bis 2900 Faden aufgefunden, durch

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Ansicht des Bodens des nördlichen atlantischen Ozeans bei 1200 Meter Tiefe.

Links Mopsea, auf denen Galatheen herum klettern, in der Mitte eine Hexactinellide (Aphrocallistes) auf einer Korallenkolonie (Lophohelia), rechts im Schlamme wurzelnde Monactinelliden (Chondrocladia).

Digitized by Google

Digitized by Google

ihre gewaltigen Dimenſionen außerordentlich überraſcht. Im ganzen gleicht ſie, was die Geſtalt angeht, einer Corymorpha ſehr: ſie iſt wie dieſe ſolitär, ſitzt mit einem einfachen aber zirka 2,2 Meter langen Körper im weichen Boden und hat gleichfalls zwei Tentakelkränze, deren innerer nach den von Wyville Thomſon und Moſeley genommenen Maßen quer über gegen 23 Centimeter mißt, der äußere dürfte, nach der Abbildung zu ſchließen, 7 bis 8 mal größer ſein. Eine derartige koloſſale Entwicklung eines einzigen Hydrozoen-Individuums war vorher nicht entfernt bekannt und läßt auf ſehr günſtige Ernährungsverhältniſſe in der Tiefe des nördlichen ſtillen Ozeans ſchließen.

Die Quallen, welche ſich als frei ſchwimmende Geſchlechtstiere von Hydroidpolypen loslöſen oder durch eine abgekürzte Entwicklung ohne ſolche direkt, aber mit Metamorphoſe entwickeln, ſind meiſt klein und glockenförmig. Von dem Rande der Glocke ſpringt nach innen ein muſkulöſes Diaphragma vor (das Velum), in deſſen Öffnung das freie Ende des Magenſtiels hängt. Durch rhythmiſche Erweiterungen und Zuſammenziehungen wird das in dem Glockenraum oberhalb befindliche Meereswaſſer ein- und ausgepumpt, und durch die Kraft des Rückſtoßes des ausgepumpten Waſſers bewegt ſich die Qualle ruckweiſe in der Richtung ihres Scheitels. Am Glockenrande finden ſich weiter in verſchiedener Gruppierung und Zahl (aber immer mit der Grundzahl 4) Tentakeln und Sinnesorgane (als Seh-, Gehör- und Gefühlsorgane gedeutet).

Aus der Tiefſee unter 300 Faden ſind durch die Challenger-Expedition 7 Arten bekannt, welche von Haeckel unterſucht worden ſind und bemerkenswerte Reſultate gegeben haben. Über ihren Entwicklungsgang können bis jetzt nur Vermutungen aufgeſtellt werden.

Drei von ihnen, welche die Unterfamilie der Pectylliden bilden, zeichnen ſich, man möchte ſagen als Bodenbewohner, durch eine eigenartige Entwicklung ihrer Tentakeln aus. Pectyllis arctica iſt eine zierliche Meduſe von 21 Millimeter Durchmeſſer und wurde im nördlichen atlantiſchen Ozean bei 1250 Faden gefangen. Sie hat die Geſtalt einer ſchönen gleichmäßigen Kuppel und hat dreierlei reſp. viererlei Ten-

Digitized by Google

takeln: am Schirmrande ſtehen 48 ziemlich lange, wurmförmige, am Ende mit Saugſcheiben verſehene, weiter treten eine bedeutende Anzahl ſehr kleiner und kurzer zur Bildung von 48 regelmäßigen Gruppen oder Saugplatten zuſammen. Außerhalb davon ſtehen in zwei Reihen größere rhombiſche alternierend, zu äußerſt 16 ganz große, nach innen 32 kleinere. Pectis antarctica von Geſtalt einer in der Mitte derart eingeſchnürten Glocke, daß der obere Teil faſt kuglig, der untere aber unterrockartig weit abſteht, bewohnt die antarktiſchen Gewäſſer und wurde bei einer Tiefe von 1260 Faden erbeutet. Hier ſind ſämtliche Saugtentakeln kurz und zahlreich an dem Schirmrand verteilt. Am beſten gekannt von den Pectylliden iſt Pectanthis asteroides, vom Challenger im atlandiſchen Ozean bei 600 Faden geſammelt, früher aber ſchon von Haeckel in der Adria (100 Faden) bei Pola gefunden und lebend beobachtet. Das Tier ſtellt eine zirka 5 Millimeter im Durchmeſſer habende flache Schale dar, deren Rand zierlich ausgebogen iſt und 16 flach abgerundete Vorſprünge hat, unter welchen gruppen- oder bündelweiſe 12—18 Tentakeln bei einander ſitzen. Die Mehrzahl dieſer Tentakeln hat am freien Ende ziemlich breite Saugſcheiben, die Minderzahl endigt einfach. Mit den Saugſcheiben marſchiert die Meduſe, indem ſie dieſelben, wie ein Seeigel ſeine Füßchen, in der Richtung, nach welcher ſie hin will, ausſtreckt, anheftet, dann an der entgegengeſetzten Seite des Randes die vorher befeſtigten losläßt, nun den Leib nachzieht, die hinteren (in der Marſchrichtung gedacht) anheftet, die vorderen loslöſt, ausſtreckt und weiter anheftet. Die einfachen Tentakeln ſpielen dabei als Fühlfäden frei im Waſſer herum. Intereſſant iſt die Beobachtung von Haeckel, daß Pectanthis mit beſonderer Vorliebe verkehrt, das heißt den Scheitel der Bodenfläche, den Mundſtiel dem freien Waſſer zugekehrt, läuft. In der Mitte je eines Tentakelbündels ſitzt ein einzelnes Sinnesorgan.

Zu anderen Gruppen gehört die große 60 Millimeter breite Ptychogena pinnulata aus dem nordatlantiſchen (1250 Faden) und Steginura myosura aus dem indiſchen Ozean (2150 Faden). Eine altertümliche, aber ſehr elegante, von unten angeſehen mit den vier Zipfeln wie die Blüte einer Kruzifere ausſehende, 4 Millimeter große Form

Digitized by Google

Cimarilea aeginoides ſtammt aus den Meeren weſtlich von Afrika bis zu den Azoren hin (1675 Faden).

Alle dieſe Tiefſeeformen, auch die kletternden, zeichnen ſich durch ein ganz beſonders kräftig entwickeltes Velum aus, werden ſich folglich mit bedeutender Energie und Schnelligkeit ſchwimmend bewegen können. Vielleicht ſind in den von ihnen bewohnten Waſſerſchichten die Nahrungsmittel nicht ſehr dicht, ſodaß ſie ein großes Jagdterrain müſſen beherrſchen können, oder es dient die Schwimmbewegung mit zu einer energiſcheren Vermittlung der Reſpiration im ſauerſtoffarmen Waſſer.

Von der bathymetriſchen Verteilung der Hydromeduſen im Mittelmeere bemerkt Karl Chun: „Viele craſpedote Meduſen ſuchen während des Sommers größere Tiefen auf. Unter den Anthomeduſen fiſchte ich Lizzia (Rathkea) Köllikeri aus 1200 Meter vor Kapri in einem Exemplare und Cytaeis pusilla Anfang September vor Ponza aus 1300 Meter. Letztere hatte eine Radiolarie der Tiefſee, nämlich Collodendrum ramosissimum im Magen. Von Trachomeduſen (d. h. ſolchen mit direkter Entwicklung, ohne Polypenammen) iſt Sminthea (Trachynema) eurygaster ziemlich häufig in der Tiefe. In dem Schließnetz fand ſie ſich in 1300 Meter (Ende September) und in 1200 Meter (11. Oktober) vor Kapri; Aglaura hemistoma war ebenfalls in dem Schließnetz aus 1300 Meter vertreten. Rhopalonema velatum war häufig von 100 Meter bis 1300 Meter, von Ende September an erſchien ſie auch auf der Oberfläche. Von Geryoniden fand ſich Geryonia (Carmarina) hastata in jugendlichen Exemplaren aus 1200 und 1300 Meter, während erwachſene Tiere Ende September in der Nacht an der Oberfläche gefiſcht wurden. Liriope eurybia fand ſich in 600 Meter am 11. Oktober. Am häufigſten unter allen Craſpedoten trat Cunina (Solmissus) albescens in der Tiefe auf. Bei zwei nächtlichen Zügen aus 800 und 600 Meter waren die großen Netze und Schließnetze vollgepfropft mit Cunina.“

Zu den Hydroidpolypen gehören auch als Unterordnung der Hydrocorallia zwei Coelenteratenfamilien, welche man früher wegen der Geſtalt und Feſtigkeit ihres Kalkſkeletts zu den eigentlichen Korallen rechnete, das ſind die Tauſendlöcher oder Milleporiden und

Digitized by Google

die Stylaſteriden. Von den erſteren wies der ältere Agaſſiz ſchon vor Jahren ihre Zugehörigkeit zu den Hydroidpolypen nach; die letzteren, als ſolche erkannt zu haben, iſt eins der vielen Verdienſte Moſeleys. Die Milleporen haben in der Tiefſee keine Vertreter, die Stylaſteriden aber wohl. Sie wurden vom Challenger gegenüber der Mündung des La Plata in einer Tiefe von 600 Faden aufgefunden. Sie beſitzen eine ziemlich weitgehende Arbeitsteilung der einzelnen Individuen, indem die einen die Beute fangen und andern übergeben, die ſie zum gemeinſamen Beſten verdauen. Dritte Individuen wieder haben das Geſchäft der Fortpflanzung zu beſorgen. Die Farbe des ſehr feſten Skeletts iſt weiß bis blau, violett und rot.

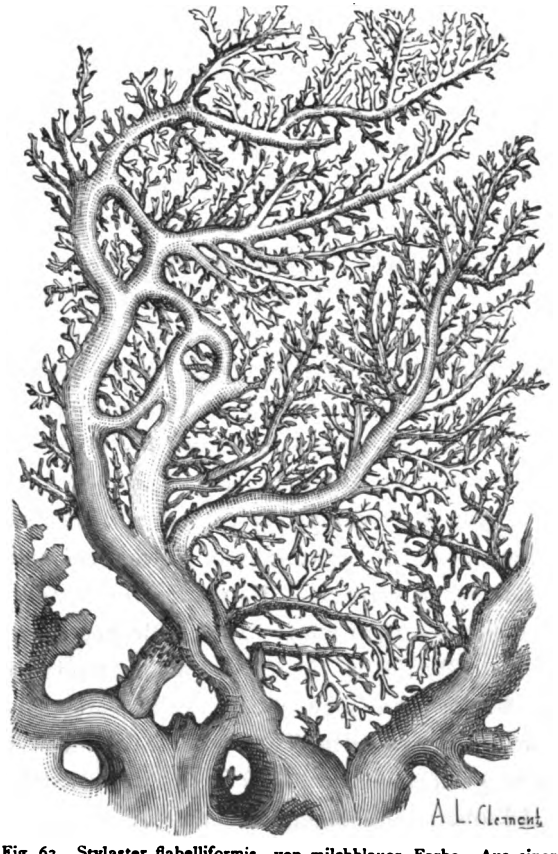


Fig. 63. Stylaster flabelliformis, von milchblauer Farbe. Aus einer Tiefe von 328 Faden.

Den Kolonien feſtſitzender Hydroidpolypen ſtehen die Schwimmpolypen oder Siphonophoren, die ſchönſten Coelenteraten, die ſich, was Schönheit betrifft, zu den Korallpolypen verhalten wie etwa die Orichideen zu den Kompoſiten, in ihren Organiſationsverhältniſſen recht nahe und die Hauptunterſchiede ſind im weſentlichen Folgen der freien Beweglichkeit, welche dieſe Geſchöpfe vor den feſſilen Hydroidkolonien

Digitized by Google

auszeichnet. Auch hier iſt das Hydroſom von einem gemeinſamen Magenhohlraum durchzogen, von dem die einzelnen infolge von Arbeitsteilung verſchiedenen Individuen der Kolonie nur Ausſtülpungen oder Knoſpen ſind. Ein Periſark fehlt den Siphonophoren, aber ihre Geſtalt kann ſehr verſchieden ſein. Einmal entwickelt ſich das Hydroſom als ein centraler Strang oder Stengel, an welchem am oberen Ende die Bewegungsorgane in Geſtalt von Glocken in geringer Zahl und alternierend ſtehen (Unterordnung der Calyciphora) oder ſie ſind zahlreich und gruppieren ſich zweireihig oder dichtgedrängt ſpiralig um den vorderen Abſchnitt, und das Hydroſom entwickelt am oberen Ende, gewiſſermaßen als Schlußſtück der Schwimmglockenſäule eine geſchloſſene Blaſe, welche als „Pneumatophore“ einen hydroſtatiſchen Apparat bildet, durch deſſen Zuſammenziehen und Erweitern die Kolonie ſinkt und ſteigt. (Unterordnung der Phyſophoren).

Siphonophoren, die eine mehr pelagiſche Gruppe des Coelenteratenſtammes bilden, ſind noch nicht lange und nicht in großer Zahl aus der Tiefſee bekannt. Studer ſammelte einige während der Expedition der Gazelle, bei der Reiſe des italieniſchen Schiffes „Vettor Piſani“ wurden Bruchſtücke aus bedeutenden Tiefen heraufgebracht; die Amerikaner ſcheinen indeſſen im weſtlichen atlantiſchen Ozean auf den Fahrten des Blake gar keine andere Formen als pelagiſche gefunden zu haben, der Challenger förderte ungefähr ein Dutzend aus dem tieferen Meere an das Tageslicht. Dieſelben werden von Haeckel bearbeitet, aber bis jetzt ſind erſt kurze ſie betreffende Notizen in dem „Syſtem der Siphonophoren“ des genannten Forſchers erſchienen, — aber mein verehrter Lehrer hatte die große Güte, mir einige, die wichtigſten Formen behandelnde und darſtellende Korrekturbogen und Tafeln des im Laufe dieſes Sommers erſcheinenden Reports zukommen zu laſſen, wofür ich ihm auch an dieſer Stelle herzlichſt danke.

Vom höchſten Intereſſe iſt eine neue, wie es ſcheint auf die Tiefſee beſchränkte, ſehr originelle Ordnung, die der Auronekten. Ihr Hydroſom iſt nicht verlängert, ſondern verkürzt und verdickt, von eiförmiger bis ſphäriſcher Geſtalt, beſteht aus einer knorpelharten Gallertmaſſe und iſt von einem dichten Kanalnetz durchzogen. Auf demſelben ſtehen dicht bei einander gruppenweiſe Nährtiere mit je einem

Digitized by Google

Tentakel und Geſchlechtstiere. Oben iſt eine ſehr anſehnliche Pneumatophore entwickelt, unterhalb welcher kranzweiſe die großen Schwimmglocken ſtehen. Eine derſelben zeigt eine höchſt eigenartige Umbildung. Sie iſt nämlich eine ovale dickwandige Röhre, welche in der Pneumatophore beginnt und frei nach außen mündet. Ihre Wandungen ſtellen eine große „Gasdrüſe mit radiär angeordneten Drüſenkammern“ dar, und Haeckel belegt den ganzen Apparat, der offenbar zur Regelung der Gasverhältniſſe in der Pneumatophore dient, mit dem Namen der Aurophore. Es ſind nur zwei Arten bekannt, welche zwei Unterfamilien bilden. Die eine, Stephaliidae mit Stephalia corona aus dem nördlichen atlantiſchen Ozean, hat einen eirunden Hauptkörper mit einem nach unten gerichteten centralen Nährtier und zahlreichen peripheriſchen Nährtieren. Erſteres führt in einen anſehnlichen Centralkanal, in welchem unregelmäßig radiär und Anaſtomoſen bildend die Kanäle der ſeitlichen Nährtiere münden, ſodaß der Längsſchnitt durch den Hauptkörper (Nährkörper oder Siphoſom Haeckels) lebhaft an eine monozoiſche Spongie erinnert: der centrale Nährpolyp trägt die Ausſtrömungsöffnung und führt in den centralen Magenraum, die Nebenpolypen ſind den Einſtrömungsöffnungen entfernt analog und ihre Kanäle entſprechen den zuführenden Kanälen des Schwammes. Dieſe Art hat nur einen einfachen Kranz von Schwimmglocken, während der Repräſentant der andern Familie (Rhodalidae), ein wundervoller, 4—6 Centimeter breiter, mit einer 1—2 Centimeter breiten Pneumatophore verſehener Bewohner der ſüdlichen Teile des atlantiſchen Ozeans Namens Rhodalia miranda, einen dreifachen Kranz alternierend angeordneter, ſehr großer Schwimmpolypen trägt. Das Geſchöpf wird ſich ſehr ſchnell und ausgiebig mittels ſeiner großartig entwickelten Schwimmorgane in horizontaler, aber auch vertikaler Richtung bewegen können, alſo wahrſcheinlich in Waſſerſchichten hauſen, in denen die Nahrung nicht allzu dick geſäet iſt, vielleicht in der ſchon öfters erwähnten, an Tierleben und Sauerſtoff armen ſtagnierenden Zwiſchenſchicht.

Zwei andere Familien der Tiefſeeſiphonophoren (Cystallidae und Salacidae) ſind den Rhizophyſiden verwandt. Die erſtere hat eine Gattung mit 2 Arten, Cystalia larvalis und Challengeri, von denen

Digitized by Google

die erſte aus dem indiſchen, die letztere aus dem ſüdlichen ſtillen Ozean ſtammt. Eine neue ſehr intereſſante, mit den Velellen und Porpiten zur Ordnung der Disconekten vereinigte Familie bilden die Discaliden, mit zwei je zwei Arten umfaſſenden Genera: Discalia medusina aus 2500 Faden des ſüdlichen ſtillen Ozeans und D. primordialis aus den tropiſchen Teilen desſelben Meeres und weiter Disconalia pectyllis von Indien und D. gastroblasta aus dem ſüdlichen ſtillen Ozean (2440 Faden).

Eine Reihe ſehr intereſſanter Unterſuchungen über die bathymetriſche Verteilung der Schwimmpolypen im Mittelmeere hat Chun gemacht. Danach iſt Diphyes Sieboldii von der Oberfläche bis zu 1300 Meter ſehr gemein, ſeltner, aber auch bis in die großen Tiefen nachweisbar iſt Abyla pentagona. Eine neue Forskålia-Art fand ſich im September vor Ponza bei 1300 Meter, im Oktober aber pelagiſch. Es iſt überhaupt eine bemerkenswerte Eigentümlichkeit der Schwimmpolypen des Mittelmeeres, daß alle Arten aus größeren Tiefen zu gewiſſen Zeiten auch an der Oberfläche erſcheinen, und Chun bezweifelte die Gegenwart eigenartiger Tiefſee-Siphonophoren im Mittelmeere.

Manche, wie der gemeine Hippopodius luteus durchlaufen als Larven ihre Metamorphoſen in größeren Tiefen. Physophora hydrostatica, eine ſeltenere Form, verſchwindet mit Beginn des Sommers von der Oberfläche, aber im Oktober wurde eine Larve von ihr aus einer Tiefe von 900 Meter gefiſcht, und Chun gelangt zu dem überraſchenden Reſultate, „daß die im Frühjahre an der Oberfläche auftretenden jugendlichen Phyſophora-Larven mit Beginn des Sommers größere Tiefen aufſuchen, um dann nach Vollendung ihrer Metamorphoſe mit Beginn des Winters aufzuſteigen und zu geſchlechtsreifen Tieren ſich zu entwickeln".

Angeſichts ſolcher Thatſachen wird man die Möglichkeit nicht beſtreiten dürfen, daß auch die vom Challenger aufgefundenen Tiefſee-Formen in anderen Jahreszeiten pelagiſch lebende Geſchöpfe ſein können und daß umgekehrt als pelagiſch beobachtete in anderen Monaten größere Tiefen aufſuchen mögen, und vielleicht deutet die bedeutende Entwick-

Digitized by Google

lung des hydroſtatiſchen Apparates bei den Auronekten auf ſolche periodiſche Wanderungen hin. —

Obwohl die Schirmquallen (Acalephae) hauptſächlich pelagiſche Tiere ſind, ſo haben ſie doch auch ihre Vertreter in der abyſſiſchen Fauna. Durch die Expeditionen des Challenger und der amerikaniſchen Schiffe ſind etwa ein Dutzend Tiefſeearten dieſer ſchönen Geſchöpfe bekannt geworden. Sie unterſcheiden ſich von den Polypomeduſen, abgeſehen von feineren anatomiſchen Verhältniſſen, hauptſächlich dadurch, daß ſie meiſt größer ſind, kein Velum haben und ſich mittelſt Scyphiſtoma und Strobila entwickeln, wenn nicht ein Generationswechſel überhaupt fehlt und die Eier ſich gleich zu jungen Quallen entwickeln.

Während Haeckel die Schirmquallen in vier gleichwertige Ordnungen (Stauromedusae, Peromedusae, Cubomedusae und Discomedusae) zerlegt, teilt ſie Claus in zwei Hauptgruppen: I. Tetrameralia, mit vier Seitentaſchen des Magens und II. Octomeralia, mit achtfacher Wiederholung der peripheriſchen Teile. Von der erſten Gruppe ſind zwei abyſſiſche Vertreterinnen bekannt, deren eine einer längſt beobachteten, aber ſehr intereſſanten Familie, der der Lucernariden angehört. Dieſe Geſchöpfe ſind echte Stauromeduſen im Sinne Haeckels von ſehr einfachem Bau. In ihrer glockenförmigen geſtreckten Geſtalt mit 8 kurzen plumpen Randarmen, die wieder mit kleinen Tentakeln beſetzt ſind, erinnern ſie ſehr an die Polypenform des Scyphiſtoma und um ſo mehr, als ſie, obwohl ſie ſich frei zu bewegen vermögen, eine ausgeſprochene Neigung beſitzen, ſich mit dem Scheitel feſtzuſetzen. Ihr Magenraum erweitert ſich in vier ſeitliche Taſchen. Lucernaria bathyphila wurde im nördlichen atlantiſchen Ozean aus 540 Faden gedredſcht. Eine andere ſehr merkwürdige Familie der Stauromeduſen ſind die Teſſeriden. Sie gleichen den Lucernarien ſehr, haben aber einen kontinuierlichen Rand und lange Tentakeln, außerdem bewegen ſie ſich ſchwimmend. Tesserantha connectens wurde im ſüdöſtlichen ſtillen Ozean bei einer Tiefe von 2160 Faden vom Challenger entdeckt. Sie iſt 9 Millimeter hoch und helmförmig, da ihre hohe Glocke in einen abgeſetzten ſchlanken kegelförmigen Scheitelfortſatz ausläuft. Sie hat einen langen, auf dem Querſchnitte kreuzförmigen Mundſtiel

Digitized by Google

und 8 längere Randtentakeln, zwiſchen welchen alternierend 8 kürzere ſtehen.

Aus der Familie der Periphylliden, welche zu den Octomeralia und zwar zu Haeckels Ordnung der Peromeduſae gehört und durch eine hohe Glockenform ausgezeichnet iſt und auf der Außenſeite durch eine Ringfurche in einen „Schirmkegel“ und einen „Lappenkranz“ geteilt wird, ſind 4 Tiefſeebewohner bekannt. Periphylla mirabilis, ein wunderſchönes Geſchöpf, iſt kegelförmig, ein Viertel höher als breit, mißt vertikal 160 mm und hat 12 im Leben vielleicht 400 bis 600 mm lange kräftige Tentakeln und am Mundrande noch 4 fadenartige Anhänge. Sie wurde vom Challenger bei Neuſeeland in einer Tiefe von 1100 Faden entdeckt, während eine andere Art (P. hyacinthina) von den Amerikanern im nordweſtlichen atlantischen Ozean aufgefunden worden iſt. Von einer andern Gattung (Periphema) iſt nur ein Bruchſtück einer ſehr anſehnlichen Art (regina) in den antarktiſchen Gewäſſern ſüdweſtlich von Kerguelen bei Gelegenheit der Challengerfahrt gedredſcht worden. Eine vierte Art dieſer Familie (Dodecabostrycha dubia) wurde auf

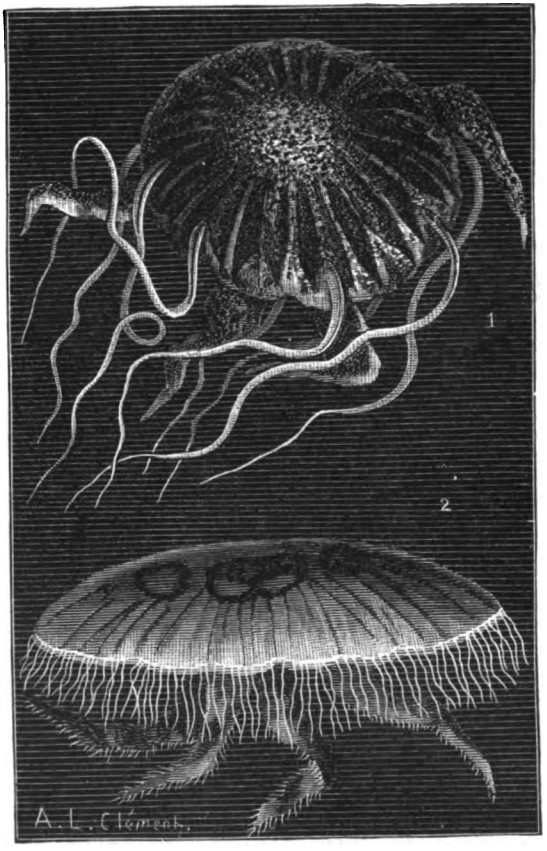


Fig. 64. Zwei pelagiſche Schirmquallen. 1) Pelagia noctiluca des Mittelmeeres, 2) Aurelia aurita, gemeine Qualle der Nord- und Oſtſee.

Digitized by Google

der Fahrt des Blake einigemal aus bedeutenden Tiefen gefiſcht. Sie hat in der Geſtalt große Ähnlichkeit mit Periphylla, aber kürzere Tentakeln, iſt von weinroter Farbe und vielleicht eine ausſchließliche Bodenbewohnerin, welche niemals an die Oberfläche ſteigt.

Die Ordnung der Discomeduſen, welche keinen kegelförmigen Scheitel, ſondern die Geſtalten von mehr oder weniger niedergedrückten Scheiben bis zur Pilzform haben, iſt an der Oberfläche des Meeres durch zahlreiche Arten vertreten, von denen eine (Aurelia aurita Fig. 64, 2), mit zahlreichen kurzen Randtentakeln, 4 Mundarmen und veräſteltem Gaſtrovascularapparat bis in die Oſtſee geht. Atolla Wyvillii und Baïrdii ſowie Nauphanta Challengeri ſind Tiefſeevertreter derſelben Familie, zu der die gemeine Qualle gehört (Ephyridae). Die erſte dieſer drei Arten iſt flach, zirka 60 mm breit und 12 mm hoch, hat am Rande zahlreiche (22) kurze Tentakeln und ebenſo zahlreiche (22 mit den Tentakeln alternierende), Sinnesorgane, die aber auffallend geringer entwickelt ſind als bei irgend einer andern Schirmqualle, ſo daß Haeckel ſie nur mit großer Mühe aufzufinden vermochte. Sie bewohnt die antarktiſchen Gewäſſer und wurde aus einer Tiefe von 2000 Faden heraufbefördert. Die Nauphanta ſieht aus wie ein modernes Salontaburett, iſt 12 mm hoch und 8 mm breit, beſitzt einen

Fig. 65. Rhizostoma Cuvieri, gemeine Wurzelqualle der Nordſee. Stark verkleinert.

Digitized by Google

flachen kissenartigen Scheibenteil, der gegen einen höheren, mit 16 unten zweizipfligen Längsfalten versehenen Randteil ringartig abgeschnürt ist. Die beiden Exemplare dieses schönen Geschöpfs wurden im südlichen atlantischen Ozean nicht weit von Tristan d'Acunha in einer Tiefe von 1250 Faden zusammen aufgefunden.

Die Familie der Pelagiden, zu denen die im Mittelmeer gemeine Pelagia noctiluca (Fig. 64, 1) gehört, ist bis jetzt nur als pelagisch bekannt, während die Rhizostomiden eine Art zum Kontingent der Tiefseefauna stellen. Diese „Wurzelquallen", von denen Rhizostoma Cuvieri (Fig. 65) ein in den europäischen Meeren bis in die Nordsee sehr gemeiner Vertreter ist, zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Magenarme in verschiedenem Umfange verwachsen, aber so, daß innere Kanäle bleiben, welche mittels feiner Öffnungen mit dem umgebenden Wasser kommunizieren und winzige Partikelchen von Nahrung aufnehmen. Tentakeln oder Randfäden entwickeln sich nicht, aber wohl sind Sinnesorgane am Schirmrande vorhanden. Die einzige bekannte hierher gehörige Tiefseeform ist Leonura terminalis, eine flache Scheibe von 80—90 mm Breite mit 8 auf einer langen Strecke unverwachsenen (90 mm langen) Mundarmen, welche auf dem Durchschnitt bajonettartig dreikantig sind und im Innern drei Kanäle aufweisen, im untern Teile aber die für Rhizostomenarme so charakteristische Kräuselung zeigen. Der Vergleich eines solchen Armes mit einem Löwenschwanze (daher Leonura) liegt nahe. Das einzige Exemplar stammt aus dem südöstlichen stillen Ozean nicht weit von Juan Fernandez aus einer Tiefe von 2160 Faden.

Über Rippenquallen (Ctenophorae) der Tiefsee sind unsere Kenntnisse recht mangelhaft, nur Chun hat einige einschlagende Beobachtungen gemacht. Nach diesen gehen die gelappten Formen nie in die Tiefe, während z. B. Cestus Veneris aus 656 Faden bei Ponza und seine Larve aus 440 bei Ischia gefischt wurden.

Digitized by Google

Siebentes Kapitel.

Die Stachelhäuter (Echinodermata) der Tiefſee.

Mit den Hohltieren vereinigte man bis 1848 die Stachelhäuter (Seeigel, -walzen, -ſterne und -lilien) zu dem gemeinſamen Typus der Radiata oder Strahlentiere und ſah vielfach namentlich in den Rippenquallen verbindende Formen. Indes iſt die Ähnlichkeit beider Tierklaſſen eine rein äußerliche, durchaus nicht auf Blutsverwandtſchaft beruhende.

Die Stachelhäuter zeigen einen ſtrahligen Bau des Leibes, der auf den Zahlentypus 5 (reſp. ein Vielfaches dieſer Zahl) zurückzuführen iſt und bei manchen Formen auch in den Details (z. B. den Stengelgliedern der Seelilien u. ſ. w.) ſtreng gewahrt wird. Die Strahlen (Radii) wechſeln mit Zwiſchenräumen (Interradii) regelmäſsig ab, was am deutlichſten bei Seeſternen (Fig 66) hervortritt. Alle Stachelhäuter beſitzen als „Darmſchlauch“ von der Körperwand geſonderte Verdauungseingeweide und zwiſchen beiden eine Leibeshöhle, ein eignes Blutgefäßſyſtem und ein Waſſergefäßſyſtem (Ambulakralſyſtem), welches die Reſpiration und Bewegung vermittelt. In der Haut finden ſich immer, aber in ſehr verſchiedener Ausdehnung Kalkeinlagerungen. Die Entwicklung erfolgt meiſtens mit einer oft recht komplizierten Metamorphoſe. Die Echinodermen ſind geologiſch ſehr alte Geſchöpfe und ausſchließlich Meeresbewohner.

Die merkwürdigſte Eigentümlichkeit in ihrer Organiſation iſt das Waſſergefäßſyſtem. Um den Anfangsteil des Verdauungsrohres liegt ein dünnwandiger Kanal (Fig. 66, r), von dem in typiſchen Fällen 10 ſeitliche Kanäle ausſtrahlen. Fünf derſelben ſind lang (in der Figur als abgeſchnitten gezeichnet) und erſtrecken ſich in die Radien, welche mit Löchern verſehn ſind. Durch dieſe treten koniſche oder abgeſtumpfte feine und kurze Fortſätze der Radialkanäle, die hinten eine blaſige, muskulöſe Erweiterung haben, hindurch. Zwiſchen den Radialgefäſsen, alſo interradiär, liegen alternierend fünf viel kürzere Kanäle, von denen vier zu einfachen oder gelappten Blaſen entwickelt ſind (die Poliſchen Blaſen,

Digitized by Google

Fig. 66 p) und einer als Steinkanal nach oben neben den After ſteigt und hier in der Regel durch eine Art von Siebplatte (Madreporenplatte Fig. 66 o) frei nach außen mündet. Durch dieſe Madreporenplatte wird Seewaſſer gewiſſermaßen filtriert und in das Waſſergefäßſyſtem aufgenommen, mittels Zuſammenziehen der kleinen blaſigen Erweiterungen der Füßchen, welche ſelbſt im Körperinnern gelegen ſind, wird in letztere Waſſer gepumpt, ſie treten aus der Körperwand nach außen, das Tier heftet ſich mit ihnen feſt, ſtreckt ſie dann in einer Richtung aus, heftet ſie wieder an, löſt die an der andern gegenüberliegenden Körperregion befindlichen von ihrer Unterlage los, zieht den Körper mit den angehefteten nach und ſo fort, wodurch es ſich, und zwar manche Arten ziemlich raſch, vom Flecke bewegt.

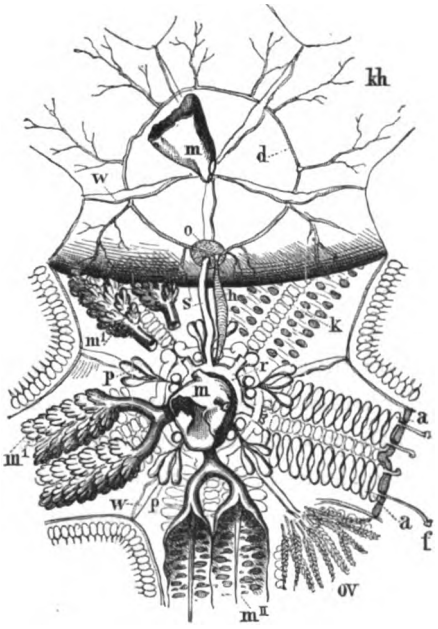


Fig. 66. Anatomie eines Seeſterns. r Ringkanal mit abgeſchnittenen Radiärkanälen, p Poliſche Blaſen, a Ampullen, f Füßchen, k Löcher zu deren Durchtritt, o Madreporenplatte, s Steinkanal, m, m Magen durchſchnitten, m^{II} Magendivertikel geöffnet, h Herz, d Blutgefäße, ov Eierſtöcke, kh Körperhaut des Rückens.

Aus keiner Tierklaſſe hat der Challenger größere Schätze und überraſchendere Neuheiten mitgebracht als aus derjenigen der Stachelhäuter, — ganze Ordnungen dieſer Geſchöpfe, vorher völlig oder faſt völlig unbekannt, wurden der Wiſſenſchaft zugänglich gemacht.

Da ſind in erſter Linie die Seewalzen zu nennen. Die Seewalzen, oder Seegurken (Holothuridae) ſind mehr oder weniger geſtreckte, wurmförmige Echinodermen, deren Haut nur gering entwickelte Kalkeinlagerungen in Geſtalt von Nadeln, Platten, Schnallen, Stühlchen, in ſeltenen Fällen von Schuppen, Stacheln und Ankern beſitzt. Infolge der wurmähnlichen Geſtalt und der Gewohnheit meiſt kriechend ſich zu bewegen, hat ſich bei den Holothurien aus der radiären Symmetrie ſehr

Digitized by Google

oft eine bilaterale ſekundär entwickelt und in der Regel iſt eine eigene Modifikation der radiären Füßchenreihen in ſoweit eingetreten, daß drei neben einander gelegene als Trivium die Bewegung vermitteln und ſo die ſekundäre Bauchſeite des Tieres markieren, während die andern beiden als Bivium auf dem ſekundären Rücken ſtehend mehr oder weniger rudimentär entwickelt oder anderweitig funktionierend ſein können. Bei andern Formen (Stichopoda) ſind alle fünf Reihen gleich ausgebildet oder (Sporadipoda) die Füßchen ſind gleichmäßig über die ganze Körperoberfläche verteilt oder ſie fehlen (Apoda) endlich. Von dem Schlundring des Waſſergefäßſyſtems treten weitere Kanäle in die Tentakeln, welche den Mund in ſehr verſchiedener Zahl und Geſtalt umgeben. Die Poliſchen Blaſen können bis auf eine verſchwinden oder ſich durch Zerfallen der einzelnen bedeutend vermehren, der Steinkanal mündet entweder frei in die Leibeshöhle, dann tritt das Seewaſſer in dieſe durch Spaltöffnungen der Leibeswand und weiter in das Waſſergefäßſyſtem, oder er dringt in die Wandung des Körpers ſelbſt ein und kommuniziert mittels Poren mit der Außenwelt, wobei es zur Bildung einer wahren Madreporenplatte kommen kann. Um den Mundabſchnitt des Darmes herum liegt ein aus 10—15 Stücken gebildeter Kalkring, und in ſeinem Endabſchnitt münden in der Regel eigenartige verzweigte hohle Organe, die durch rhythmiſche Kontraktionen mit Waſſer gefüllt bez. entleert werden und als Atmungsorgane, ſogenannte „Waſſerlungen", funktionieren ſollen.

Bis vor 12 Jahren kannte man bloß zwei Ordnungen: die Haftwalzen (Apoda) oder Synapten, fußlos und ohne Lungen, und die eigentlichen Holothurien (Pedata), welche zwei Familien, Schildtentakler (Aspidochirotae) und Baumtentakler (Dendrochirotae) bilden. Da fanden 1875 die Norweger auf ihrer Expedition nach dem Jeniſſei nordöſtlich von Nowaja Semlja bei 50—150 Faden Tiefe in bedeutender Anzahl eine kleine ſonderbare Holothurie, welche Hjalmar Théel unter dem Namen Elpidia glacialis als Repräſentantin einer neuen Holothurienfamilie (Elpidien) 1876 beſchrieb. Zwei andere Formen, Irpa abyssicola und Kolga hyalina wurden 1876 und 1878 auf den weiteren norwegiſchen Fahrten in das arktiſche Meer in bedeutenden Tiefen

Digitized by Google

(1050 bis 2000 Faden) gedredscht und von Koren und Danielssen als Mitglieder der neuen Familie erkannt und beschrieben. Das Material, welches der Challenger von verwandten Geschöpfen mit heimbrachte, bestand aus 52 Arten und drei charakteristischen Varietäten und fand in Théel einen ausgezeichneten Bearbeiter. Der Blake fischte gleichfalls einige und ebenso der Talisman.

Auf Grund dieses umfangreichen, von ihm untersuchten Materials konnte Théel konstatieren, daß die betr. Tiere nicht nur eine eigene Familie, sondern sogar eine besondere Ordnung bilden, welche er Elasipoden (Plattenfüßler) nannte. Diese Ordnung zerfällt in drei Familien, in die alte der Elpididen und in die neuen der Deimatiden und Psychropotiden.

Die Elasipoden zeichnen sich durch eine ganze Reihe positiver und negativer Charaktere von den alten Ordnungen der Pedaten und Apoden aus. Zunächst ist die Gestalt ihres Körpers in sehr hohem Grade bilateralsymmetrisch und sind Rücken- und Bauchfläche recht verschieden entwickelt, namentlich ist letztere in der Regel verkürzt, so daß erstere sie vorn, oft auch hinten überwölbt und Mund- und Afteröffnung nicht mehr endständig sind, sondern bauchständig werden, und manchmal ist dann der vorderste Teil des Leibes als eine Art Kopf abgesetzt.

Sehr merkwürdig ist das System der Ambulakralfüßchen beschaffen. Im Trivium können sie häufig in der Mittelreihe verschwinden und bloß als Randfüßchen in den beiden Seitenreihen entwickelt sein, oder sie sind in ersterer doppelt entwickelt, treten aber in den letzteren nicht nach außen, sondern stecken in einem mehr oder weniger scharf markierten, durch ihre Gegenwart wellig erscheinenden Hautsaume oder beteiligen sich an der Bildung oft sehr langer, nicht zurückziehbarer seitlicher Fortsätze. In dem auf dem Rücken gelegenen Bivium treten die Füßchen nur selten zu Tage, bilden vielmehr in der Regel einfache oder mehrfache Reihen ähnlicher Fortsätze wie an den Seiten. Die als Füßchen und als Seiten- und Rückenanhänge nach außen tretenden Anhänge des Wassergefäßsystems zeigen eine ausgesprochene Neigung, an bestimmten Stellen und in bestimmter Anzahl bei den verschiedenen Arten aufzutreten, wodurch die Tiere eine seltsame Ähnlichkeit mit

Digitized by Google

Ringelwürmern oder einerſeits mit Schmetterlingsraupen, andrerſeits mit nackten Meeresſchnecken mit ihren reſpiratoriſchen Rückenanhängen erhalten. Die Funktion der häufig ſo merkwürdig langen Fortſätze der Rückenſeite iſt nicht ganz klar, zunächſt möchte man daran denken, daß ſie hauptſächlich die Atmung vermitteln, aber Théel, auf ihren bedeutenden Reichtum an feinen Nervenveräſtlungen hinweiſend, neigt dazu, ſie für Taſtapparate zu halten. Am Ringe des Waſſergefäßſyſtems befindet ſich meiſt nur eine Poliſche Blaſe, ſelten ſind es ihrer zwei. Ein ſehr eigentümliches Verhalten zeigt der Steinkanal, indem er nicht wie ſonſt bei den Holothurien einfach in die Leibeshöhle mündet, ſondern in oder durch die Leibeswand nach außen tritt und hier mit einer Madreporenplatte verſchloſſen ſein kann. Der Kalkring iſt meiſt und oft in bedeutendem Grade rückgebildet, ſeine einzelnen Stückchen ſind klein und nur loſe in Zuſammenhang. Auch die Kalkeinlagerungen der Haut ſind meiſt von einfacher, ſozuſagen altertümlicher Beſchaffenheit. Die als Reſpirationsorgane gedeuteten Waſſerlungen fehlen bis auf die geringſte Spur. Was die Färbung angeht, ſo ſind die meiſten Elasipoden, ſoweit man das nach in Spiritus konſervierten Individuen beurteilen kann, von der gewöhnlichen Holothurienfarbe, d. h. grauviolett, violett, bräunlich u. ſ. w., ſechs erſcheinen glasartig, fünf ſind rein weiß und zwei ſind graugrün bis hell meergrün. Es finden ſich aber einige auffallende und merkwürdige Erſcheinungen in der Verteilung der Farbe; ſo iſt z. B. bei Benthodytes papillifera die Rückenſeite ziemlich hell, die Bauchſeite aber ſchwarz-violett, und eine verwandte Art (B. typica) iſt oben hellbläulich, unten aber purpurrot. Moſeley hat den Farbſtoff einiger Tiefſeeholothurien unterſucht und gefunden, daß derſelbe ein ſehr charakteriſtiſches Spektrum hat, welches dem des Farbſtoffs eines Haarſterns (Actinometra atrata) gleicht. Er nennt dieſen neuen Farbſtoff Antedonin. Nur eine Elasipode zeigt eine ausgeſprochene Zeichnung (Jlyodaemon maculatus): ſie iſt weißgrau mit dunkelroten Sprenkeln und Flecken und ihre zahlreichen Rückenanhänge ſind rot geringelt und mit roter Spitze, — und gerade ſie iſt, abgeſehen von der glasartigen Elpidia glacialis, diejenige Form, welche die geringſten Tiefen (von 95 bis 150 Faden) bewohnt.

Digitized by Google

Wahrſcheinlich laufen oder kriechen die Elasipoden mit offenem Maule auf dem Meeresboden dahin, fortwährend Sand und Schlamm verſchluckend, mit denen ihr Verdauungsrohr prall gefüllt iſt und von denen ſie, bei dem geringen nährenden organiſchen Inhalt der Subſtanzen, gewaltige Maſſen zu ſich nehmen müſſen. Ihre Tentakeln ſind zu kurz um als Greif- und Nährorgane wie bei anderen Holothurien dienen zu können. Was ihre bathymetriſche Verbreitung angeht, ſo findet ſich eine (Elpidia glacialis) von 50—2600 Faden, und zwar bewohnt ſie im arktiſchen Meere geringere Tiefen als im auſtraliſchen. Eine wurde zwiſchen 95 und 150, eine zwiſchen 345—1800 und eine bei 450 Faden entdeckt. Die übrigen finden ſich zwiſchen 500 und 2750 Faden, und zwar die meiſten Arten und Individuen zwiſchen 1000 und 2000. Auch andere Spezies als Elpidia glacialis zeigen eine weite horizontale Verbreitung: Laetmogene violacea iſt aus der Nachbarſchaft der Faröer und von Sidney bekannt und Oneirophantes mutabilis iſt kosmopolitiſch.

Théel teilt die Elasipoden in drei Familien ein, von denen die Elpidien von ſehr veränderlicher Geſtalt ſind und an der Mittelreihe des Triviums keine Füßchen haben. Scotoplana globosa, welche zu dieſer Familie gehört, iſt ein ſeltſames, eirundes, hochgewölbtes Weſen, deſſen Körper halb ſo breit wie lang iſt und 7 Paar Füßchen und auf dem Rücken 3 Paar Anhänge trägt. Das vordere Paar iſt ſehr lang, hornartig nach vorn, das ebenſo lange mittlere nach hinten gebogen und das ſehr kurze dritte liegt unmittelbar dahinter. Die Arten des Geſchlechts Peniagone haben am Vorderteil des Oberkörpers eigentümliche lappenartige, bald verzweigte, bald einfache Anhänge; dieſer Anhang ſieht bei P. Challengeri aus wie ein Stiefelknecht.

Die Mitglieder der Familie der Deimatiden haben in der Regel einen ziemlich langen, cylindriſchen oder ſpindelförmigen Körper und auf dem Rücken meiſt zahlreiche, ziemlich lange, koniſche Fortſätze. Zu ihnen gehört die als Kosmopolitin erwähnte Oneirophantes mutabilis (Fig. 67), ein glaſig weißgraues bis hellviolettes Tier von bedeutender Variabilität: von 32 unterſuchten Exemplaren war ein jedes anders. So hatten manche von den Füßchen, welche an den Seiten des Bauches

Digitized by Google

paarweiſe ſtehen, nur 11 Paar jederſeits entwickelt, während ein anderes an der linken Seite 28 und an der rechten 26 Paar hatte. Die bedeutendſte Größe, welche dieſes merkwürdige, auch hinſichtlich der Zahl

Fig. 67. Tieffee-Holothurien. Im Vorder- und Hintergrunde je ein Exemplar von Oneirophantes mutabilis, in der Mitte eine Psychropotes longicauda.

und Länge ſeiner Rückenfortſätze ſehr ſchwankende Geſchöpf erreicht, iſt 104 mm.

Bei den Pſychropotiden, welche die dritte Familie der Elasipoden bilden, ſind alle drei Reihen des Triviums entwickelt. Die Füßchen der mittleren ſtehen in zwei Reihen, die der Seitenreihen ſtecken in der

Digitized by Google

Regel in dem gewellten Hautsaum. Die Körper sind in dieser Familie meist verlängert wurmförmig, unter Umständen (Euphronides depressa) in hohem Grade flachgedrückt, so daß die Tiere an Plattwürmer erinnern. Psychropotes longicauda (Fig. 67), eine der seltsamsten Tierformen, ist von dunkelvioletter Farbe, bis 150 mm lang und 30 bis 35 mm breit. Im hintern Teile ihres Körpers erhebt sich auf dem Rücken zwischen den beiden Reihen des Biviums ein merkwürdiger langer, flacher blattartiger und nach hinten gerichteter Fortsatz von rätselhafter Bedeutung.

Wie zu erwarten, haben auch die anderen Holothurien Vertreter in der Tiefsee, aber sie zeigen verhältnißmäßig wenig von der Organisation ihrer das flachere Wasser bewohnenden Vettern abweichende Verhältnisse. Eine Synapta findet sich bei 345, eine andere bei 2350 Faden und zwei echte Holothurien gehen bis 2900 Faden. Am interessantesten sind einige sich gewohnheitsmäßig im Schlamm aufhaltende Formen mit sehr gering entwickelter Fähigkeit der Ortsbewegung. Bei solchen Arten auch aus seichteren Meeresteilen nimmt der Körper eine bleibende U-förmige Krümmung an, sodaß die beiden Hauptkörperöffnungen, Mund und After, aus dem Schlamm, in welchem der übrige Leib vergraben liegt, herausragen. Es kann aber die konkave Krümmung mehr und mehr verstreichen, sodaß die Tiere fast eirund werden und mit den beiden röhrenförmigen Fortsätzen eine Gestalt annehmen, welche sich am besten mit der eines aufgeblasenen Katzen- oder Hundemagens mit dem kurzen End- resp. Anfangsteil von Speiseröhre und Dünndarm vergleichen läßt. Solche Formen sind die während der Talismanexpedition in einer Tiefe von 800 Meter aufgefundenen Ypsilothuria attenuata und Talismani. Beide sind übrigens mit einer ziemlich festen, stacheligen Haut versehen. Außerdem sind noch zwei ausschließlich die Tiefsee bewohnende Gattungen (Paelopatides und Ankyroderma) bekannt. Die beiden vom Challenger in den antarktischen Gewässern entdeckten Holothurien mit Brutpflege (Cladodactyla crocea und Psolus ephippifer) sind keine Tiefseebewohner. Bei der ersteren halten sich die Jungen in bedeutender Anzahl an den Ambulakralfüßchen des Biviums auf dem Rücken der Mutter fest, bei der anderen hat

Digitized by Google

ſich ebenfalls auf deren Oberſeite ein eigenartiger, von Kalkplatten überdeckter Brutraum für die Eier entwickelt.

Die zweite Klaſſe der Stachelhäuter, die Seeigel (Echinoidea), ſind meiſt kugelig oder herzförmig, manchmal abgeplattet, manchmal aber mützenartig, ziemlich hoch. Ihre Körperwand iſt durch ein reich entwickeltes Kalkſkelett, deſſen einzelne Teile ſich feſt ineinander fugen, in der Regel zu einer feſten Kapſel (der Corona) umgeſtaltet, welche zwei größere, von einer weicheren, aber auch durch Kalkelemente geſtützten Haut überſpannte Öffnungen hat. In der einen liegt der Mund, in der andern der Aſter; erſterer iſt immer nach unten gerichtet, in der Mitte oder excentriſch gelegen, letzterer kann ihm polſtändig gegenüberliegen, oder in verſchiedenem Grade gleichfalls excentriſch ſein. Die Platten der Corona ſtehen in zehn Doppelreihen alternierend zuſammen, die einen Paare liegen radial, ſind für den Durchtritt der Füßchen durchbohrt und heißen Ambulakralplatten, die andern interradial gelegenen, undurchbohrten, ſind die Interambulakralplatten. Auf allen dieſen Platten ſind gewölbte Höckerchen vorhanden, mit denen ſich mit einem unteren ausgehöhlten Ende Stacheln von ſehr verſchiedener Größe gelenkig verbinden. Die meiſten beſitzen innen oberhalb der Mundöffnung einen ſehr komplizierten Kauapparat, der aus fünf Gruppen von Kalkſtückchen beſteht, eine koniſche Geſtalt hat und unter dem Namen der Laterne des Ariſtoteles bekannt iſt. Man unterſcheidet nach der Lage von Mund und After regelmäßige und unregelmäßige Seeigel. Bei den erſteren liegen beide Körperöffnungen central einander gegenüber, ihr Leib iſt ſtreng radiär ſymmetriſch und die Ambulakralreihen verlaufen vom Rande der Mundöffung bis zu dem der Afteröffnung, — das ſind die Cidariden (von κίδαρις, perſiſche Mütze). Unter den unregelmäßigen Seeigeln giebt es ſolche Formen, bei denen der Mund central, der After aber excentriſch liegt, meiſt ſind ſie von platter Geſtalt und führen daher den Namen der Schildigel (Clypeastridae). Eine dritte Unterordnung der Echiniden bilden die Herzigel (Spatangidae), meiſt von herzförmiger Geſtalt, nicht bloß mit excentriſchem After, ſondern auch Munde, in dem kein Kauapparat entwickelt iſt.

Digitized by Google

Als der beste lebende Kenner der Seeigel ist Alexander Agassiz zu betrachten. Abgesehen davon, daß dieser Forscher das reiche, auf den amerikanischen Expeditionen gesammelte Material bearbeitet hat, fiel ihm auch die dankenswerte Aufgabe zu, die vom Challenger heimgebrachten Schätze an Echiniden zu untersuchen. Durch diese Forschungen hat er unsere allgemeine und spezielle Kenntnis dieser interessanten und schönen Stachelhäuter erweitert, wie kein zweiter Zoolog.

Er nimmt für die vertikale Verbreitung der Seeigel, die immer auf dem Boden lebende Tiere sind, drei Zonen an: die litorale bis zu 150 Faden Tiefe, die kontinentale, abhängig von den Veränderungen, welche die Kontinente im Laufe der geologischen Entwicklung der Erde erlitten haben, bis 500 Faden und die abyssische, welche vom Anfange ihres Bestehens an in den Tiefenverhältnissen ihrer Wohnstätten wenige oder keine Veränderungen erfahren hat und bis 2900 Faden, die tiefste von einem Seeigel (Pourtalesia laguncula) als bewohnt gekannte Tiefe, hinabgeht.

Im allgemeinen zeigt es sich, daß die Einförmigkeit in den körperlichen Charakteren der Seeigelfauna ebenso wie bei anderen Seetieren von der Küste zur Tiefe hin zunimmt. Die Küsten bieten, als dem Einfluße verschiedener Temperaturen, den Verhältnissen der Wasserbewegungen, der Mannigfaltigkeit der Bodenbeschaffenheit u. s. w. viel mehr als die tieferen Teile des Meeres ausgesetzt, eine weit größere Fülle bunter Lebensbedingungen, an welche sich die Tiere anpassen müssen und können. Wie für die landbewohnenden Geschöpfe horizontal vom Äquator nach den Polen, namentlich nach dem nördlichen hin, die die Existenz beeinflussenden Verhältnisse immer gleichförmiger werden und eine immer ähnlichere Fauna und Flora erzielen, so ist es für die Seetiere in vertikaler Richtung von der Küste bis zur abyssischen Tiefe. So sehn wir denn auch, daß unter den kontinentalen Formen der Seeigelfauna des atlantischen und stillen Ozeans der Reichtum an eigentümlichen Arten viel bedeutender ist als unter den litoralen, und unter den abyssischen wieder mehr als unter jenen. Anschließend hieran läßt sich auch behaupten, daß eine Art, welche eine bedeutende vertikale Verbreitung hat, auch in horizontaler Richtung auf einem ausgedehnten Gebiete vorkommen

Digitized by Google

wird: je polytroper ein Geſchöpf iſt, d. h. je leichter es ſich verſchiedenartigen Verhältniſſen anzuſchmiegen verſteht, um ſo weiter kann es ſich in jeder Richtung verbreiten. So ſind Schmetterlinge, welche in der Schweiz ſowohl in den tiefen Thälern, wie an den Grenzen des ewigen Schnees fliegen, meiſt in ganz Europa gemeine Arten. Es findet ſich Goniocidaris canaliculata vertikal von der litoralen Zone bis zu 1975 Faden und in horizontaler Richtung bei den Falklandsinſeln, Natal, Zanzibar und Auſtralien, Echinus acutus bis 1350 Faden und von Norwegen bis Ascenſion und vom Mittelmeer bis zu Nordamerikas Oſtküſte, Echinus elegans wurde in vertikaler Richtung bis zu 1000 Faden und in horizontaler von Norwegen bis Triſtan d'Acunha und Neuguinea und vom europäiſchen bis zum amerikaniſchen Geſtade des atlantiſchen Ozeans aufgefunden. Zugleich beweiſen auch Gattungen, welche in beiden Richtungen weit verbreitet ſind, ihr bedeutendes Anpaſſungsvermögen auch noch dadurch, daß ſie in geologiſchem Sinne ſehr alt ſind und viele einſtige Zeitgenoſſen überlebt haben. Das Geſchlecht Salenia, faſt pantobathiſch und kosmopolitiſch verbreitet, erſcheint ſchon im oberen Jura, Echinus in der Kreide.

Was die bathymetriſche Verbreitung der daraufhin genauer gekannten Arten der drei Familien der Seeigel betrifft, ſo geſtaltet ſich dieſelbe folgendermaßen:

Tiefe in Faden	Cidariden	Clypeaſtriden	Spatangiden
1—250	40	10	26
500*)	21	3	12
1000	6	2	8
1500	13	—	4
2000	6	—	10
2500	3	—	5
3000	1	—	17

3 Arten von 90 (3,3 Proz.) von 1000—3000 Faden.

7 Arten von 72 (24,3 Proc.) von 1000—3000 Faden.

*) Inkluſive der Arten von 1—500, alſo nicht bloſs die zwiſchen 251 und 500. Gilt auch immer ſo für die folgenden Tiefenangaben.

Digitized by Google

Bei Betrachtung einer derartigen Liſte dürfen wir freilich nicht vergeſſen, daß der Zufall gerade bei einer ſolchen Art der Statiſtik eine ſehr große Rolle ſpielt, außerdem iſt ja auch in geringeren Tiefen öfter gedredſcht worden als in den größeren und größten, daher die Wahrſcheinlichkeit, reichere Beute zu machen, in jenen bedeutender als in dieſen war. Aber trotzdem oder gerade erſt recht deshalb iſt obige Liſte ſehr lehrreich. Zufall dürfte es zwar ſein, daß die Cidariden bei 1000 Faden eine Steigerung in der Zahl der Vorkommnisfrequenz erfahren, eins iſt aber gewiß, ihre Zahl vermindert ſich gradatim mit zunehmender Tiefe. Die Clypeaſtriden ſind unzweifelhaft eine Familie, welche keinen weſentlichen Beſtandteil der Tiefſeefauna bildet; wenn auch ein und die andere Art ſpäter noch unter 1000 Faden gefunden werden ſollte, ſo würde das an der Thatſache nicht viel ändern. Am intereſſanteſten geſtalten ſich die Verhältniſſe für die Spatangiden, ja ſie ſind in gewiſſer Hinſicht geradezu überraſchend zu nennen. Die Spatangiden ſind die modernſte Familie der Seeigel, das lehrt uns teilweiſe die Entwicklung der Echiniden in der Zeit: die Cidariden beginnen im Trias, die Clypeaſtriden (inkl. Echinoconiden) im Lias, und ebenſo die Spatangiden (inkl. Caſſiduliden). Namentlich ſprechen aber auch ihre Organiſationsverhältniſſe dafür, daß ſie bis zu einem gewiſſen Grade entartet ſind, ſie ſind in ihrer Geſtalt am weiteſten vom prototypiſchen Seeigel entfernt und ſind des Kauapparats durch Rückbildung verluſtig gegangen.

Man ſollte nun eigentlich erwarten, daß die bathymetriſche Verteilung der drei Echinidenfamilien dieſen ihren ſozuſagen geſchichtlichen Verhältniſſen entſpräche. Das iſt indeſſen, wie die Liſte zeigt, nicht der Fall, und daß es nicht ſo iſt, hat wohl ſeinen Grund in erſter Linie in dem Bau und in den Ernährungsverhältniſſen der drei Seeigelfamilien Cidariden und Clypeaſtriden füllen ſich den Darm zwar auch mit Schlamm, ſind aber mit ihrem Kauapparat doch auch auf vegetabiliſche Nahrung (Nulliporen etc.) angewieſen, während die Spatangiden wie die Holothurien ausſchließlich maritime Sedimente freſſen. Ihnen war daher wohler auf dem Boden des Meeres als ihren Vettern, vielleicht könnte ſogar jemand die Behauptung aufſtellen, daß die Spatangiden aus den Clypeaſtriden gerade in den größeren Meerestiefen

Digitized by Google

hervorgingen und, einmal das Gegenteil von dem ſonſt üblichen Wege einſchlagend, in die ſeichteren Gewäſſer erſt einwanderten. Die Angaben darüber, auf welcher Art von Tiefſeegrund die Spatangiden gefunden wurden, geben uns keinen rechten Aufſchluß. Denn danach wurden von den geſammelten Exemplaren von Tiefſeearten ungefähr 44 Prozent auf Schlamm (mud), 31 auf Globigerinenſchlick, 5,5 auf rotem Thon, ebenſoviel auf Radiolarienſchlick und 14 auf Diatomeenſchlick gefunden. Merkwürdig iſt indeſſen immerhin die verhältnismäßig ſtarke Entwicklung auf der letztern Art der Tiefſee-Sedimente.

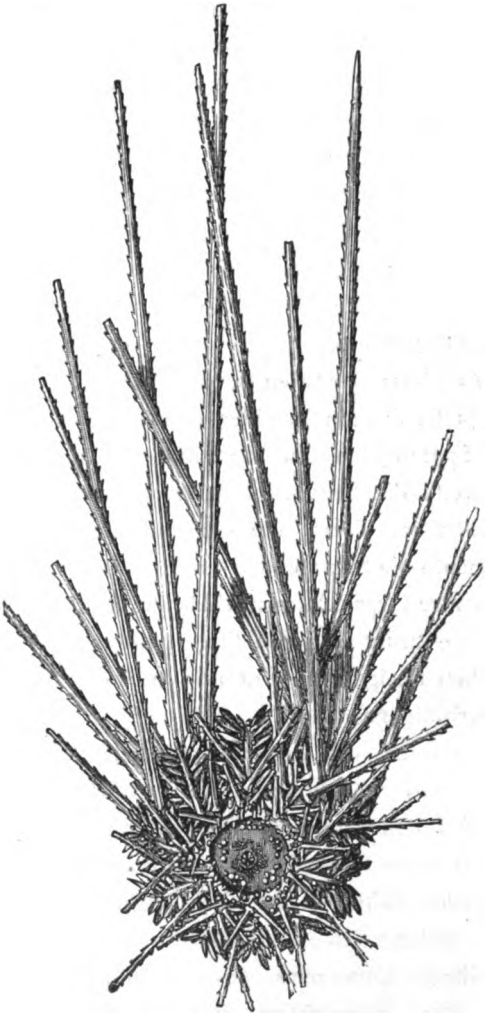


Fig. 68. Salenia varispina.

Nicht ohne Intereſſe ſind die Beziehungen der lebenden Gattungen der Echiniden zu den foſſil vorkommenden Arten. Spezies von Salenia, ſind in gewiſſen Schichten der Kreide und des Jura ſehr gemein und das Geſchlecht galt für ausgeſtorben, bis Graf Pourtalès im Jahre 1869 ein einzelnes Exemplar von Salenia varispina aus einer Tiefe von 315 Faden dredſchte. Hemipedina war in der Kreidezeit mächtig entwickelt, und ein Vertreter der Gattung (H. cubensis) hat ſich bis in die Jetzt-

Digitized by Google

welt herüber gerettet. Eine Familie mit altertümlichen Charakteren ſind auch die Echinothuroiden, bei denen die einzelnen Kalkplatten ſich nicht ſtarr aneinander fügen, ſondern mit ihren Rändern übereinander greifen. Daher geben die Tiere beim Anfaſſen, was übrigens wegen der zahlreichen kleinen, leicht ſich ablöſenden Stacheln ein mißliches Ding iſt, nach und Wyville Thomſon ſah, wie bei den lebenden eine wellenartige Bewegung über die Schale verlief. Eine zu dieſer Sippe gehörige Art (Phormosoma uranus), beiläufig in Tiefen von 1525 Faden gefunden, kann man, ohne irgend etwas an der Schale zu zerbrechen, aufrollen wie ein Blatt Papier. Eine der ſchönſten Arten aus

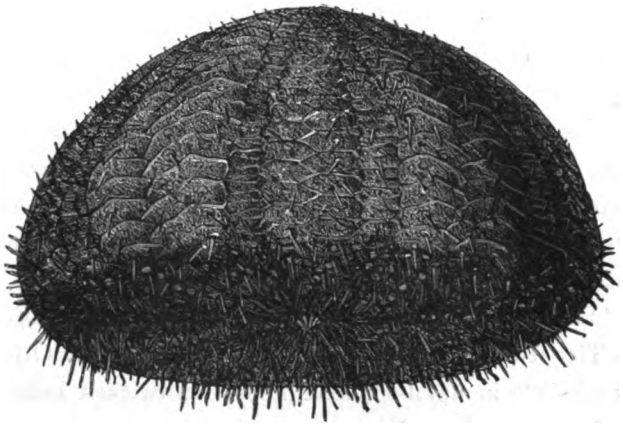


Fig. 69. Asthenosoma hystrix.

dieſer Familie iſt das ſcharlachrote Asthenosoma hystrix (Fig. 69), das auf der dritten Fahrt des Porcupine, nicht weit von Schottlands Nordküſte gedredſcht wurde. Eine auffallend weiche Schale hat auch der ziemlich ſpitze und hochgewölbte Cystechinus vesica, welcher zwiſchen 1675 und 2160 Faden vorkommt. Alexander Agaſſiz vergleicht ihn mit einem alten zerknüllten Filzhut. Überhaupt nimmt die Feſtigkeit und der Reichtum an Kalk der Koronen der Seeigel mit der Tiefe ab, ſogar bei Exemplaren derſelben Art. Möglich, daß hieran, ſtellenweiſe wenigſtens, die Armut der tieferen Gewäſſer an Kalk ſchuld iſt, wahrſcheinlicher indeſſen iſt die Urſache dieſer Erſcheinung darin zu ſuchen, daß

Digitized by Google

die Tiere in den größeren Tiefen ein im ganzen friedlicheres Leben führen und feſter Panzer demzufolge nicht bedürfen.

Die intereſſanteſte Entdeckung, welche die neueren Tiefſee-Expeditionen, was Seeigel betrifft, gemacht haben, iſt die der ſchönen und ſeltſamen Pourtaleſien aus der Gruppe der Spatangen. Sie ſind langgeſtreckt, manche (Pourtalesia phiale und ceratopyga, Echinocrepis cuneata) ganz von der Form ſteinerner, aber undurchbohrter Streithämmer und bilden in gewiſſem Sinne einen Sammeltypus, d. h. ſie vereinigen in ſich Charaktere ſehr verſchiedener und vor ihrer Entdeckung weit auseinander geriſſener Formen. Es ſind echte Tiefſeebewohner und manche haben ein weites Gebiet des Vorkommens.

Der ſtattlichſte Seeigel, den man bis jetzt kennen gelernt hat, iſt auch ein Bewohner der Tiefe, Phormosoma hoplacantha, mit einem Durchmeſſer von 312 mm.

Von allen Stachelhäutern iſt die Klaſſe der Seeſterne (Aſteroidea) die in jeder Beziehung am höchſten entwickelte, was wohl in erſter Linie darauf zurückzuführen iſt, daß ihre Angehörigen im Gegenſatz zu den meiſten übrigen Echinodermen keine blöden Vegetarier bezw. Schlammfreſſer ſind, ſondern von animaliſcher Koſt leben. Ein wirkliches Raubtier kann nur ſelten und unter ganz beſonderen Verhältniſſen ein feſſiles Tier ſein, es muß vielmehr die Fähigkeit freier Ortsbewegung bewahrt und dieſe in um ſo höherem Maße entwickelt haben, je hurtiger ſeine Beutetiere ſind. Mit der Gewohnheit energiſcherer Bewegung aber geht Hand in Hand eine freiere Gliederung des Körpers, ein entwickelteres Muskelſyſtem, höher beanlagte nervöſe Apparate und als endliche Folge aller dieſer zuſammenwirkenden Faktoren eine größere Intelligenz. Wie anders iſt das planvolle Benehmen eines gefangenen Schlangenſternes, der mit großer Gewandtheit zu entſchlüpfen verſucht und zu entſchlüpfen verſteht, gegenüber der ſtumpfſinnigen Reſignation einer trägen Holothurie, die ihren höchſten Trumpf ausſpielend ihre Eingeweide von ſich bricht!

Der Körper der Aſteroiden zeichnet ſich zunächſt dadurch aus, daß er flachgedrückt iſt, daß ſein Syſtem von Ambulakralfüßchen ſich ausſchließlich auf der Mundſeite befindet und daß ſeine Radien immer

Digitized by Google

mindeſtens etwas eckig vorſpringen, meiſt ſogar zu längeren, oft ſelbſt ſehr langen Armen ausgezogen ſind. Dieſe Arme ſelbſt ſind gegliedert und beſitzen ein inneres Skelett, deſſen Teile ähnlich wie die Wirbel an dem Rückgrate eines Wirbeltieres miteinander verbunden ſind.

Man unterſcheidet zwei Unterklaſſen der Seeſterne: die Schlangenſterne (Ophiuridae) und die eigentlichen Seeſterne (Stelleridae).

Die Schlangenſterne haben lange, meiſt ſehr bewegliche Arme von cylindriſcher Geſtalt, welche ſich ſcharf gegen die Scheibe des Körpers abſetzen und auf der Unterſeite mit einer kontinuierlichen Reihe von Schildern verſehen ſind, die Lücken zwiſchen ſich haben, aus welchen die Füßchen hervortreten. Bei allen Formen fehlt ein beſonderer After und funktioniert dafür, wie bei den Coelenteraten, zugleich der Mund mit. Die große Beweglichkeit der Arme erlaubt den Schlangenſternen ein raſches Kriechen und Klettern und Preyer hat in einem hochintereſſanten Aufſatze (Mitteil. aus d. zoolog. Station zu Neapel. Band VII) gezeigt, wie überraſchend klug ſie ihre Bewegungsfähigkeit zu benutzen verſtehen, um ihren Körper aus den ungewöhnlichſten Zwangslagen zu befreien. Ophiuriden finden ſich in allen Meeren und in allen Tiefen und manche Arten aus der Tiefſee (z. B. Ophiomusium Lymani, Ophiocreas spinulosus, Ophiocamax hystrix) leben in großen Geſellſchaften.

Die Zahl der bekannten Arten iſt durch das von Theodor Lyman bearbeitete Challenger-Material von 380 auf 550 geſtiegen und die meiſten neuen Formen ſtammen aus Tiefen von über 100 Faden. Manche Spezies, namentlich aus den Geſchlechtern Amphiura und Ophiacanthus finden ſich von der Küſtenzone bis zu den größten Meerestiefen, andere Gattungen (Ophiotrochus, Ophioplinthus, Ophiermus) ſind auf die abyſſiſchen Regionen beſchränkt. Zwiſchen 150 und 500 Faden wurden bis jetzt 137, zwiſchen 500 und 1000 aber 64 und unter 1000 Faden noch 69 Arten entdeckt und von den letzteren finden ſich 50 ausſchließlich hier. Einzelne Arten haben eine ſehr weite Verbreitung, ſo iſt z. B. Ophiomusium im nördlichen und ſüdlichen atlantiſchen Ozean, bei Neuſeeland, Japan und an der ſüdweſtlichen Küſte Südamerikas aus Tiefen zwiſchen 565 und 1822 Faden gedredſcht

Digitized by Google

worden. Auffallend iſt die Thatſache, daß von der Mitte des ſtillen Ozeans bis zur amerikaniſchen Weſtküſte Schlangenſterne außerordentlich ſelten ſind, nur ein einziger wurde auf dieſer großen Strecke erbeutet.

Die meiſten Tiefſeearten der Ophiuren ſind lebhaft orange und rot, bleichen aber nach der Beobachtung von Agaſſiz in Spiritus aus und zwar weit mehr als Formen aus flachem Waſſer, ſodaß man auch in

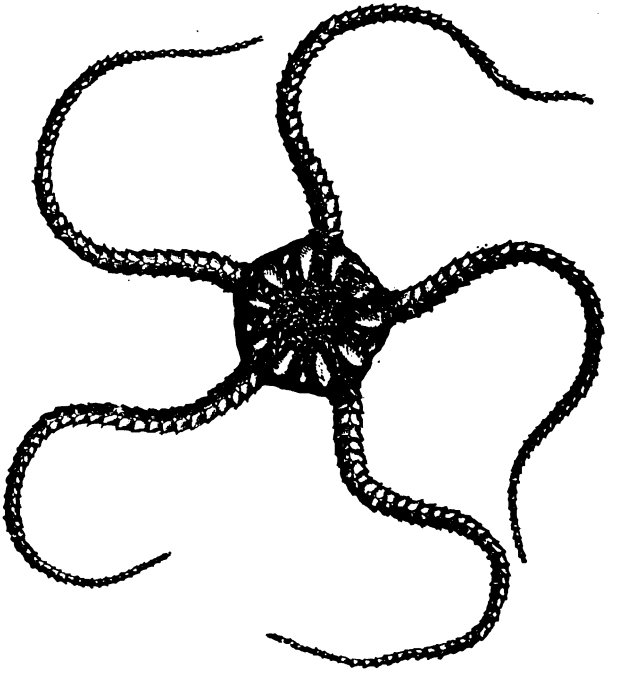


Fig. 70. Ophiomusium Talismani, aus einer Tiefe von 884 Faden.

den Sammlungen die letzteren an ihrer intenſiveren Färbung erkennen kann. Außerdem zeigen gewiſſe abyſſiſche Arten beſondere Eigentümlichkeiten der Organiſation: ſo beſitzen die unter 1000 Faden hauſenden Spezies von Amphiura zahlreichere Papillen am Munde als ihre Gattungsgenoſſen aus ſeichterem Waſſer und die ebendort vorkommenden Ophioglyphen haben meiſt verdickte Armplatten und eine mikroſkopiſch fein granulierte Oberfläche. Lyman ſtellt bei Mitteilung dieſer

Digitized by Google

interessanten Thatsachen die Behauptung auf, solche Eigentümlichkeiten der Organisation seien offenbar nicht von den Existenzbedingungen abhängig, noch hätten sie irgendwelche Beziehungen zum „Überleben des Passendsten".

Nun, — nach meiner Meinung existiert kein Ding ohne Ursache in der Welt und auch jene zunächst noch rätselhaften Unterschiede zwischen den Amphiuren und Ophioglyphen der Tiefsee und des seichteren Wassers sind unbedingt das Resultat äußerer Einflüsse, beruhen mithin auf Anpassung. Wenn wir diese Ursachen noch nicht erkennen können, so beweist das nur unsere menschliche Kurzsichtigkeit, aber ganz gewiß nicht, daß keine vorhanden wären!

Die übrigen Seesterne (Stelleridae) besitzen einen After und ihre Arme sind an der Unterseite mit einer nicht von Schildchen überdeckten Längsfurche (Ambulakralfurche) versehen, in welcher sich die Füßchen befinden. Die meisten Arten sind Bewohner der weniger tiefen Gewässer, doch giebt es auch interessante Tiefseeformen.

Schon Anfang der fünfziger Jahre unseres Jahrhunderts dredschte der berühmte norwegische Dichter und Naturforscher Peter Kirsten Asbjörnson aus dem seiner landschaftlichen Schönheit halber vielgepriesenen Hardangerfjord bei einer Tiefe von ungefähr 200 Faden einen wundervollen, fremdartigen Seestern, der in gewissem Sinne einen Übergang zwischen den Stelleriden und Ophiuren bildete. Von einer kleinen runden, ungefähr 3 cm im Durchmesser habenden Centralscheibe entsprangen elf runde, schlanke, mit sehr schmaler Ambulakralfurche versehene Arme von zirka 30 cm Länge, die auf das zierlichste mit eleganten Dornen besetzt waren. Die Farbe des herrlichen Geschöpfes ist oben rot, unten weißlich und dabei besitzt es noch die Eigenschaft intensiven Leuchtens. Asbjörnson belegte den wundervollen Seestern mit dem bedeutsamen Namen „Brisinga", nach dem von Zwergen geschmiedeten Brustschmucke der Göttin Freya, den ihr der von Heimdall bekämpfte Loki stahl und in die Tiefe des Meeres verbarg. Die Brisinga-Arten haben zum Teil eine sehr weite Verbreitung, und man hat ihrer eine ganze Reihe gefunden: so entdeckte Michael Sars bei den Lofoten

Digitized by Google

B. coronata, welche Agaſſiz in den weſtindiſchen Gewäſſern wieder fand, und bei der Talisman-Expedition dredſchte man B. robusta

Fig. 71. Brisinga elegans, aus 820 Faden Tiefe.

zwiſchen 480 und 1900 Faden, bei 820 B. elegans (Fig. 71) bei 1300 B. spinosa, bei 785 B. semicoronata und bei 1220 B. Edwardsi.

Digitized by Google

Die letztere iſt nach Filhol an der Stelle, wo ſie gefunden wurde, ſo häufig, daß ſie bei Tauſenden den Meeresboden bedecken muß.

Eine verwandte Gattung iſt Freyella, welche der Talisman an der afrikaniſchen Weſtküſte zwiſchen 1000 und 1400 Faden fand. Eine Art (F. spinosa) hat 13 ſpindelförmige Arme von 25 cm Länge und ſtrömt nach den Beobachtungen Perriers einen eigentümlichen Phosphorgeruch aus. Es iſt dem franzöſiſchen Forſcher nicht unwahrſcheinlich, daß auch ſie Leuchtkraft beſitzt, welche freilich wohl mit dem „Phosphorgeruch“ kaum in irgend einem Zuſammenhang ſtehen dürfte! In einem Punkte zeichnen ſich die Freyellen vor den Briſingen vorteilhaft aus: die letzteren haben die für den Sammler ſehr unangenehme Gewohnheit, ihre Arme freiwillig abzubrechen, ſodaß unverletzte Exemplare wohl kaum in irgend einem Muſeum ſich befinden, Freyella thut das aber nicht.

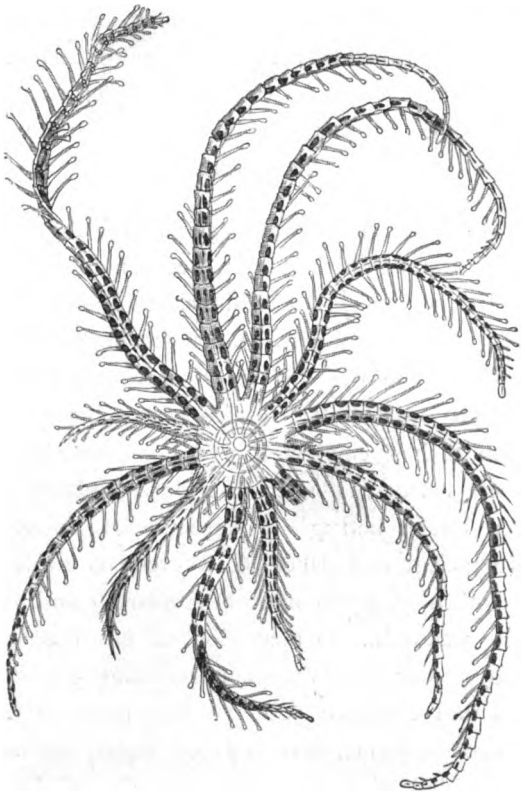


Fig. 72. Hymenodiscus Agassizii, aus einer Tiefe von 452 Faden.

Verwandt mit den Briſingen iſt ein von Agaſſiz in den weſtindiſchen Gewäſſern aufgefundener Seeſtern (Hymenodiscus Agassizii, Fig. 72), der in noch höherem Grade als jene die Stelleriden und Schlangenſterne verbindet. Er hat eine runde Körperſcheibe, von welcher ſich die langen, ſchlanken und beweglichen Arme deutlich ab-

Digitized by Google

ſetzen. Dieſe Arme, immer 12 an der Zahl, während ſie bei den Schlangenſternen zu ſechſt oder in der Regel zu acht auftreten, ſind am Rande mit langen Dornen verſehen und haben ein ſehr einfaches, aus vier Längsreihen von Stücken beſtehendes Kalkgerüſt.

Die charakteriſtiſchen Seeſternformen der größeren Tiefen gehören zu den Briſingiden, Pteraſteriden, Archaſteriden und Porcellanaſteriden. Bis jetzt wurden 26 Gattungen unter 1000 Faden gefunden, davon 18 neue allein vom Challenger, der überhaupt 28 neue Genera und 150 neue Spezies mit heimbrachte.

Nach den Beobachtungen von A. Agaſſiz wird die Verſchiedenheit und Mannigfaltigkeit der Seeſternfauna mit der zunehmenden Tiefe immer geringer. Die zahlreichſten Individuen werden zwiſchen 100 und 250 Faden gefunden, jedoch ſcheint die Zahl der Arten nicht in demſelben Maße wie die der Exemplare nach untenhin abzunehmen. Bei Tiefen oberhalb 100 Faden waren 2·7 Dredſchzüge nötig, um durchſchnittlich je eine Spezies zu erbeuten, denn bei 41 Zügen in genannter Tiefe wurden 15 Arten in 150 Exemplaren gefangen. Zwiſchen 100 und 200 Faden betrug die Ausbeute 21 Spezies mit 144 Individuen, der Koeffizient war dabei 3·6, während er zwiſchen 200 und 300 Faden 3·15 (nämlich 16 Arten in 66 Exemplaren) und zwiſchen 300 und 400 Faden 3·9 ausmacht, da hier bloß 12 zu 9 Spezies gehörige Individuen gefangen wurden. Zwiſchen 400 und 500 Faden wurde der Koeffizient 4·6 und zwiſchen 500 und 600 Faden 1·3. Fünfzehn Dredſchzüge in Tiefen zwiſchen 800 und 900 Faden ergaben nur 3 Arten in je einem Exemplar, aber bei 1900 bis 2000 Faden ſtieg die Frequenz wieder etwas, indem nämlich mit 4 Zügen 4 Spezies in 7 Individuen an das Tageslicht befördert wurden. Die größte Tiefe, aus welcher überhaupt je Seeſterne (Briſinga, Hymenaster und Benthaster) gedredſcht wurden, erreichte der Challenger weſtlich von Yokohama bei 2900 Faden. Manche Formen (z. B. Archaster mirabilis) ſind befähigt, in Tiefen von 56 bis 1920 Faden vorzukommen, während andere ſehr lokaliſiert in ihrer vertikalen Verbreitung ſind. Der eben genannte Seeſtern ſcheint überhaupt einen ſehr günſtigen Kampf ums Daſein zu kämpfen, wenig-

Digitized by Google

ſtens wurde er bei den Fahrten des Blake zu Hunderten gedredſcht und neigt auch ſehr zur Varietäten-Bildung.

Im allgemeinen herrſchen die Archaſteriden im atlantiſchen und die Pteraſteriden und Porcellanaſteriden im ſtillen Ozean vor, während die Südſee eine ziemlich gleichmäßige Entwicklung dieſer Familien aufweiſt. Die Archaſteriden haben flache Körper und verlängerte Arme und die meiſten Arten der Tiefſee zeichnen ſich dadurch aus, daß an ihren Füßchen die End-Saugſcheibchen fehlen, ſodaß ihre Bewegungsfähigkeit ſehr weſentlich beeinträchtigt iſt. Die Pteraſteriden haben kurze und dicke Arme und ihre Rückenhaut erweitert ſich auf der Scheibe zu einer Taſche, in welche der After und die fünf Geſchlechtsſchläuche ſich öffnen, und in der die Entwicklung der Eier vor ſich geht. Hymenaster, ein hierher gehöriges Geſchlecht der Tiefſee, beſitzt eine ſehr weite Verbreitung und findet ſich in allen größeren Meeren. Die Familien der Porcellanasteriden (mit Porcellanaster granulosus, Fig. 73) iſt erſt in neuerer Zeit bekannt geworden und wird von Tiefſeeformen gebildet, die ſich namentlich dadurch auszeichnen, daß die Arme, welche bloß die Länge des Scheibendurchmeſſers haben, am Rande mit anſehnlichen, porzellanartig durchſcheinenden Platten bedeckt ſind.

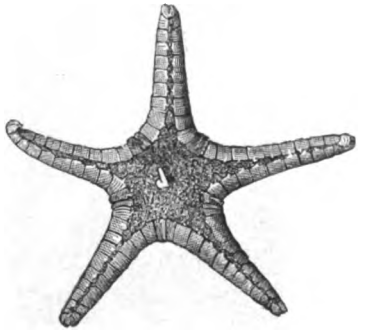


Fig. 73. Porcellanaster granulosus, aus einer Tiefe von 1250 Faden.

Während die Seewalzen, Seeigel und Seeſterne doch immer in ſeichterem Waſſer ihre höchſte Entwicklung ſowohl rückſichtlich der Zahl der Arten wie der Individuen erreichen, verhalten ſich die beiden Familien der Haarſterne in dieſer Hinſicht ſehr verſchieden.

Die Haarſterne (Crinoidea, von Miller nach dem griechiſchen *κρίνον*, Lilie benannt) ſind zeitlebens oder wenigſtens in der Jugend feſtſitzende Echinodermen mit becher- bis kugelförmigem Körper, auf deſſen Oberſeite Mund und After liegen, während ſein aboraler Pol zur zeitweiligen oder dauernden Befeſtigung dient. Die ſchlanken Arme ſind gegliedert, beweglich, tragen an den Seiten feine, blattartige Anhänge

Digitized by Google

(die Pinnulae), ſind auf der Oberſeite mit einer bis zum Munde verlaufenden Furche verſehen, welche von einer zarten Haut ausgekleidet iſt und die zarten, hier zu tentakelähnlichen Bildungen entwickelten Ambulakralfüßchen trägt und daher den Ambulakralfurchen der Seeſterne entſpricht.

Die Crinoiden zerfallen in zwei Familien, in die der Seelilien (Pentacrinidae) und die der eigentlichen Haarſterne (Comatulidae). Die erſteren ſind, abgeſehen vom embryonalen Alter, zeitlebens geſtielt und

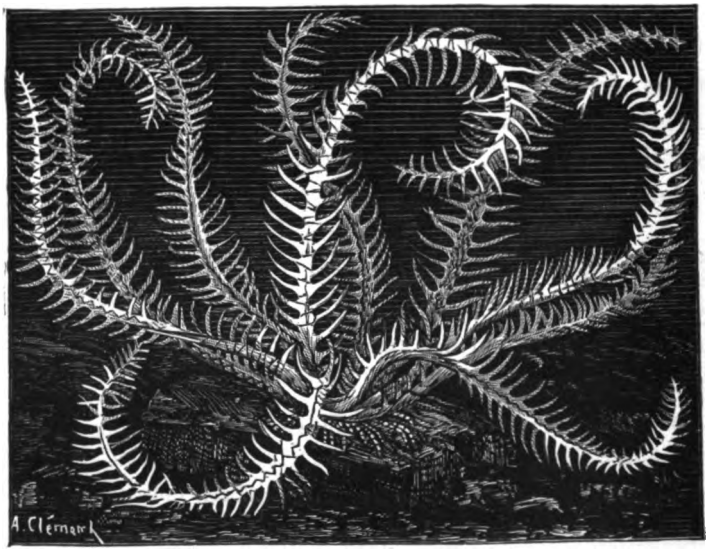


Fig. 74. Comatula rosacea.

am Stiel mit eigentümlichen gegliederten Anhängen, den Cirren verſehen, während die Comatuliden nur in der Jugend einen Stiel haben.

Die Seelilien ſind die älteſten bekannten Echinodermen, denn Reſte von ihnen (Stielglieder) finden ſich in den älteſten, Verſteinerungen führenden Schichten der cambriſchen Formation, aber darum braucht man noch nicht anzunehmen, daß ſie auch die wirklich älteſten ſind. Ich glaube vielmehr, daß denjenigen der cambriſchen Schichten ſchon eine lange Ahnenreihe ſicher teilweiſe freilebender vorangegangen iſt.

Digitized by Google

Denn alle feſſilen Tiere ſtammen von nicht feſtſitzenden ab: Seſſilität iſt erſt eine ſekundäre Anpaſſung.

Neueren Datums und erſt im Jura beginnend ſind die Comatulen; ihre freie Beweglichkeit iſt wieder etwas neu Erworbenes, und ſie hatten feſtſitzende Ahnen, das lehrt uns ihre Entwicklungsgeſchichte. Im Jahre 1827 beſchrieb der ausgezeichnete iriſche Naturforſcher

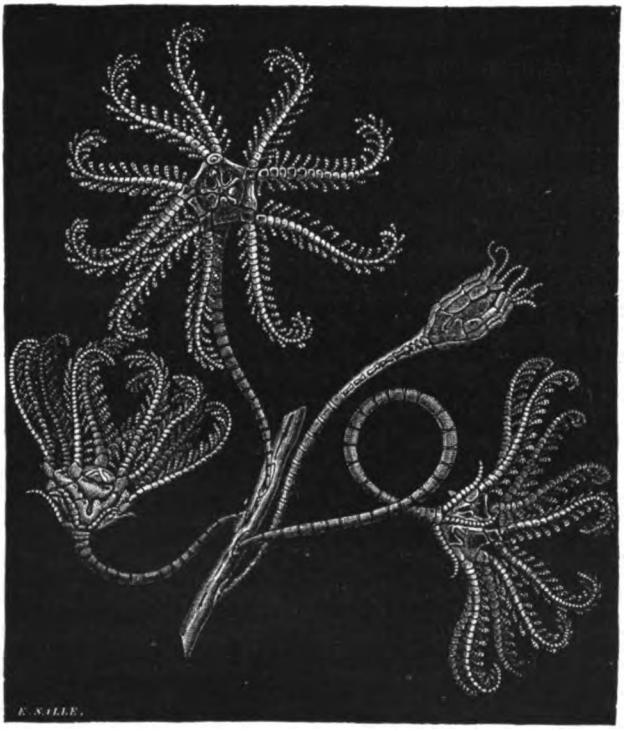


Fig. 75. Junge (Larven) Comatula rosacea im Pentacrinusſtadium (Pentacrinus europaeus) ſtark vergrößert.

William Thompſon unter dem Namen Pentacrinus europaeus eine ſehr kleine Seelilie mit 5, mit pinnulae beſetzten Doppelarmen mit Cirren am aboralen Pole des Kelchs und auf einem Stiele befeſtigt. Als er 1837 dieſen vermeintlichen kleinen Encriniden wieder unterſuchte, ſah er zu ſeinem Erſtaunen, wie bei einem Exemplar der Kelch ſich vom Stiele loslöſte, mittels ſeiner Arme anfing frei zu ſchwimmen und

Digitized by Google

ſich mit ſeinen Cirren gelegentlich feſtſetzte, wie die Arme nach und nach die Charaktere derjenigen der Comatula annahmen, kurz, er beobachtete die poſtembryonale Entwicklung der gemeinen Comatula (Antedon). Nun wiſſen wir aber an der Hand zahlreicher, ſich von Tag zu Tag mehrender Beobachtungen, daß ſehr häufig, wenn auch nicht immer, ein Geſchöpf in ſeiner individuellen Entwicklung die Entwicklungserſcheinungen, welche ſeine Ahnenreihe in vielfach aufeinander folgenden Anpaſſungen im Laufe unzähliger Generationen und während Aeonen von Jahren durchgemacht hat, in nuce wiederholt, daß, wie die Wiſſenſchaft dies ausdrückt, ſeine Ontogenie ſeine Phylogenie (Stammesgeſchichte) wiederholt. Wenn alſo die freie Comatula in ihrer Ontogenie ein Stadium aufweiſt, auf welchem ſie, geſtielt und feſtſitzend, einem Encriniden gleicht, ſo dürfen wir daraus ſchließen, daß ſie auch phylogenetiſch von alten geſtielten Formen abſtammt. In der Ordnung der Seelilien müſſen ſich aber ſchon ſehr frühzeitig manche zu einem freien Leben emanzipiert haben, bereits im obern Silur und im Kohlenkalk treten einzelne ungeſtielte Formen (Edriocrinus, Agassizocrinus, Belemnocrinus) auf, aber ohne ihre Eigentümlichkeiten durch viele Generationen hindurch zu vererben. Die wahre Zeit der freien Crinoiden, der Comatuliden kam, wie bemerkt, erſt mit dem Jura, und ſeit jenen Tagen hat ihre Zahl allmählich zugenommen.

Foſſile Seelilien, oder wenigſtens Teile von ihnen, mögen ſeit uralten Zeiten bekannt ſein, und ſie ſind in gewiſſen Schichten ſo mächtig entwickelt, daß ſie ſich dem naivſten Beſchauer von ſelbſt aufdrängen. In meiner Heimat (Weimar) kennt der Landmann die ſtellenweiſe im Muſchelkalke ganze Bänke bildenden Stengelglieder von Encrinus liliiformis gar wohl unter dem Namen der „Bonifaciuspfennige," eine Bezeichnung, die ein hohes Alter verrät. Verſchiedene Schriftſteller des 16. und 17. Jahrhunderts kommen öfters auf dieſe Bildungen zu reden, aber der erſte, welcher in ihnen Teile von Verwandten der Seeſterne erkannte, war 1720 Roſinus.

Im Jahre 1755 brachte ein franzöſiſcher Forſcher Guettard die erſte recente Seelilie von Martinique mit und beſchrieb ſie 1761 unter dem Namen „palmier marin"; jetzt heißt ſie Pentacrinus asterias

Digitized by Google

und war 1859 noch so selten, daß van der Hoeven bloß von 7 Exemplaren wußte. Achtzig Jahre nach Guettard (1837) beschrieb d'Orbigny eine zweite sehr originelle, von Sander Rang bei Barbados aufgefundene Form unter dem Namen Holopus Rangi und 1856 endlich machte der berühmte dänische Naturforscher Oerstedt eine zweite Art von Pentacrinus unter dem Speziesnamen Mülleri bekannt. Die übrigen 30 Arten sind innerhalb der letzten 25 Jahre von den norwegischen Schiffen, dann vom Porcupine, Blake und ganz besonders Challenger entdeckt worden. Der letztere brachte allein 18 neue Spezies und zwei neue Gattungen mit heim, die in P. Herbert Carpenter, dem Sohne des öfters bereits erwähnten Freundes von Wyville Thomson einen ausgezeichneten Bearbeiter fanden.

Die wenigsten lebenden Seelilien erreichen eine bedeutende Größe (Pentacrinus decorus und asterias mit 80 resp. 48 Centimeter langem Stiele sind die größten), während manche fossile Formen eine weit bedeutendere Länge erlangten. Die Art der Befestigung auf dem Boden ist verschieden, manche mögen lose im Schlamme stecken, andere umklammern (Rhizocrinus Fig. 76, 2) mit besonders entwickelten, gegliederten und verzweigten Wurzelausläufern allerlei Fremdkörper auf dem Boden des Meeres. Kapitän Cole beobachtete, daß Pentacrinusarten mit einem verbreiterten Endteile auf heraufgebrachten Kabelstücken aufgewachsen waren und nur mit ziemlicher Gewalt losgelöst werden konnten. Von Pentacrinus decorus wurden durch A. Agassiz in der Nähe der westindischen Insel St. Vincent Exemplare aufgefunden, die augenscheinlich abgebrochen waren und ein halb freies Leben führten, denn das Endglied des abgebrochenen Stiels war, wie das Wyville Thomson früher auch beobachtet hatte, glatt und abgerundet, jedenfalls ein Beweis, daß der Bruch nicht frisch war, sondern vor geraumer Zeit bereits stattgefunden hatte. Vermutlich vermögen die Tiere unter solchen Umständen mittels ihrer Arme zu schwimmen, wie die Comatulen. Sie können ihre Arme langsam auf- und einrollen, und auch die Seitencirren des Stieles sind einer und sogar noch etwas lebhafteren Bewegung fähig und können zum Anklammern dienen. Die Färbung der Seelilien scheint sehr verschieden zu sein, sie kommen pur-

Digitized by Google

purrot, gelb und weißlich vor und ſind die jüngeren und zarteren Individuen die helleren. Nach den Beobachtungen der franzöſiſchen

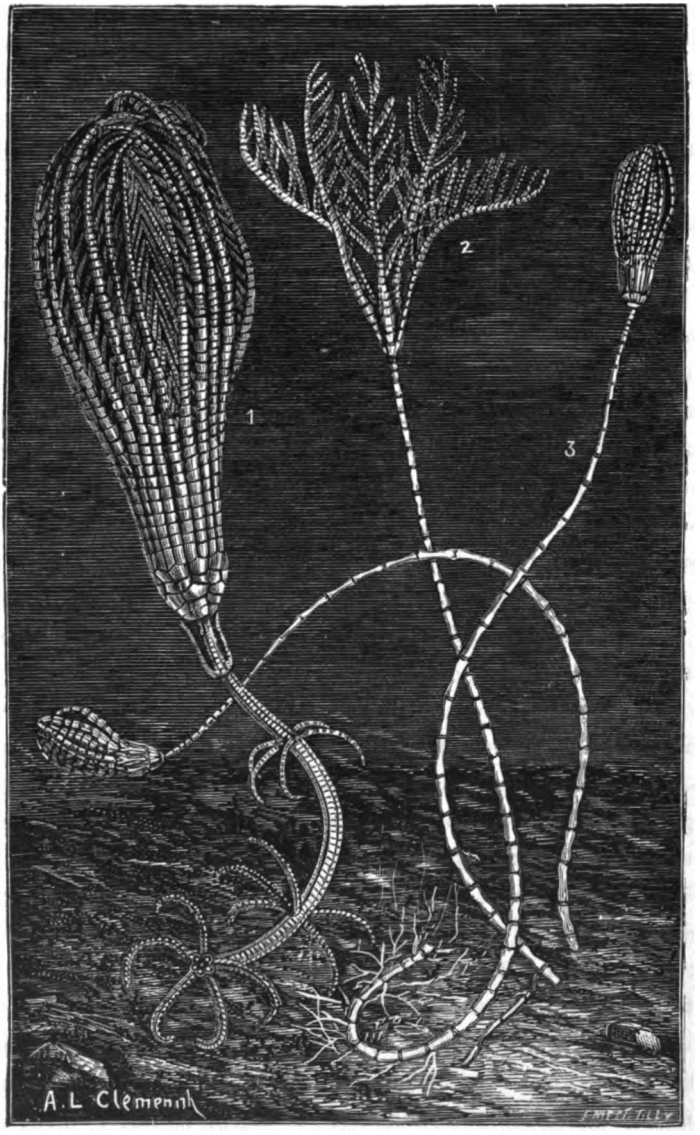


Fig. 76. Geſtielte Crinoiden. 1) Pentacrinus Wyville Thomſoni. 2) Rhizocrinus lofotensis. 3) Bathycrinus gracilis.

Digitized by Google

Forſcher des Talisman iſt Pentacrinus Wyville Thomſoni (Fig. 76, 1) ſchön grasgrün, was eine bei Tiefſeetieren nur ſehr ſelten vertretene Farbe iſt. H. Filhol giebt eine begeiſterte Schilderung der Tierwelt auf dem Boden des öſtlichen atlantiſchen Ozeans unter dem 45 ° n. Br. und bei einer Tiefe von 820 Faden: „Individuen von Pentacrinus Wyville Thomsoni bedeckten den Boden in beträchtlicher Menge und bildeten eine Art von Wieſe, auf der anſehnliche Mopſeen ſich erhoben. Der felſige Untergrund war bedeckt mit ſehr zierlichen Polypen, welche in Wirklichkeit Blumen mit geöffneten Kelchen glichen, und mitten in dieſer lebensvollen, aber an den Boden gefeſſelten Welt tummelten ſich Krebſe von einer vorher nicht gekannten Art (Paralomis microps M. Edw.), deren Panzer mit feinen Dornen beſetzt war. Die Actynometren, freie Crinoideen, die ihren Stengel verlaſſen, bevor ſie völlig ausgewachſen ſind, ſchwammen durch das Waſſer oder umklammerten mit ihren Cirren, wie mit Ankern, die Äſte der Mopſeen. Die Pentacrinen und Actynometren hatten eine ſchöne grasgrüne Farbe, die Mopſeen waren orange, die Polypen tiefviolett, die Krebſe perlweiß. Dieſe Üppigkeit des Lebens, dieſe Verſchwendung von Farben in einer Tiefe von 1500 Metern unter der Oberfläche des Meeres bildet ſicher eine der merkwürdigſten Erſcheinungen, welche den Naturforſchern zu entdecken bewahrt geblieben war.“ (Vergl. Tafel IV).

Rhizocrinus lofotensis (Fig. 76) iſt kaſtanienbraun und der Holopus Rangi, ſonderbar genug, glänzend ſchwarz.

Was die horizontale Verbreitung der Seelilien angeht, ſo iſt dieſelbe für manche Formen ſehr beſchränkt, was für Tiefſeetiere ziemlich auffallend iſt. So findet ſich Rhizocrinus und Bathycrinus im atlantiſchen Ozean, erſterer nur bis zum 35° ſ. Br., letzterer bis in das antarktiſche Meer hinein. Holopus iſt bis jetzt nur aus den caraibiſchen Gewäſſern bekannt, Metacrinus und Promachocrinus ſind Bürger des ſtillen Ozeans, Thaumatocrinus der Südſee. Schon in der Vorwelt ſind die Verhältniſſe der räumlichen Verteilung ähnlich, aber da damals die Ordnung viel artenreicher war, ſpringen ſie noch weit mehr in die Augen. So finden ſich im Silur der Inſel Gotland nach Angelin 43 Gattungen mit 176 Arten, wovon bloſs 20 Gattungen und gar nur

Digitized by Google

10 Arten auch anderwärts gefunden worden ſind und ebenſo iſt die Verbreitung der devoniſchen und carboniſchen Arten nach Zittel (Handbuch der Palaeontologie, Bd. I, S. 400) eine teilweiſe ſehr lokaliſierte. Zittel ſucht die Urſache dieſer befremdenden Erſcheinung in der Lebensweiſe der Seelilien, „welche dieſen Tieren freie Ortsbewegung und jedenfalls weite Wanderungen unmöglich macht," — aber dem iſt entgegenzuhalten, daß die Larven der Crinoiden ſicher wie die aller anderen Echinodermen und auch die aller anderen foſſilen Seetiere frei beweglich ſind und daß ihnen in dieſer Hinſicht dieſelbe Möglichkeit, ſich zu verbreiten, offen wäre, wie den Spongien, Korallen, Hydroidpolypen, Bryozoen, Cirripedien u. a. m., deren Arten zum Teil doch wirklich eine große Verbreitung haben. Im allgemeinen ſind Seelilien von 68° n. Br. bis zum 46° ſ. Br. gefunden worden.

Was die vertikale Verbreitung dieſer Geſchöpfe angeht, ſo iſt es richtig, daß ſie mit Vorliebe die tieferen Gewäſſer bewohnen, aber doch nicht ſo ausſchließlich, wie man früher wohl zu glauben geneigt war. Es finden ſich:

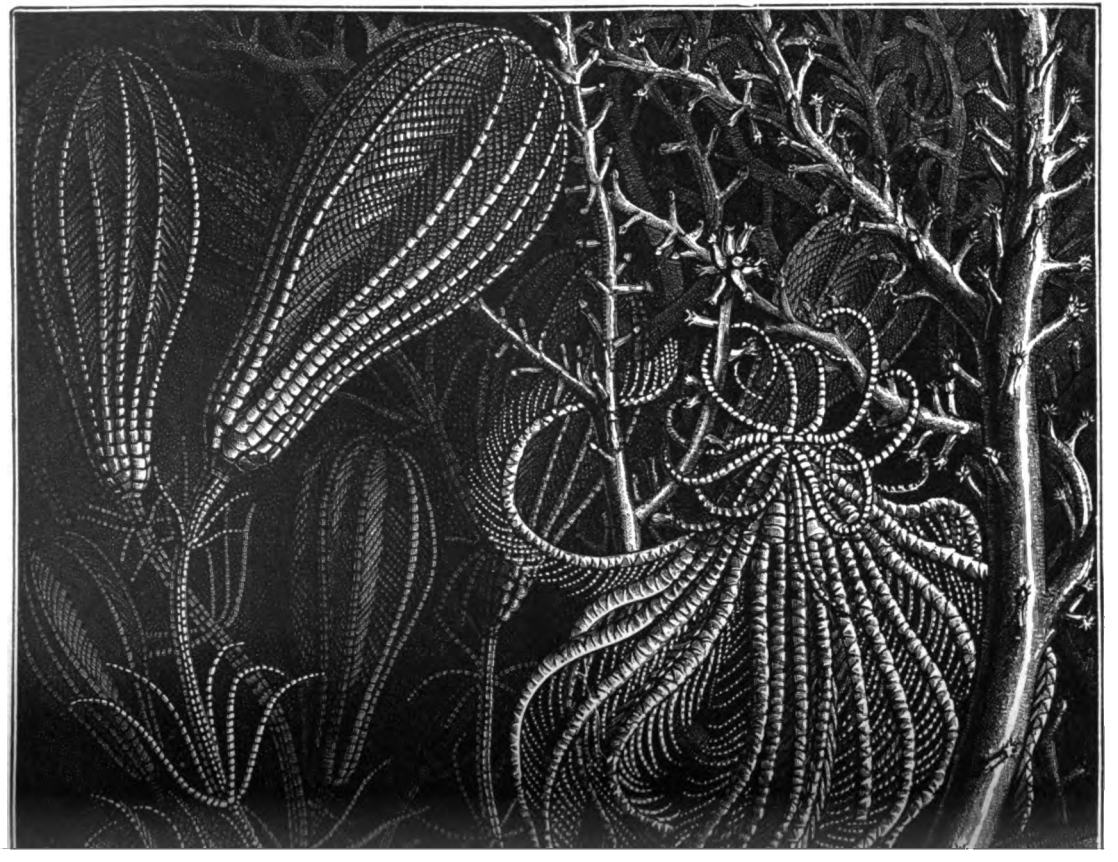
		Bis zu 100 Faden	9	Arten	
von	101	bis 250 „	12	„	
„	251	„ 500 „	13	„	
„	501	„ 700 „	7	„	
„	701	„ 1200 „	4	„	
„	1201	„ 2000 „	8	„	
„	2000	„ 2500 „	2	„	

Von den acht bis zu 2000 Faden vorkommenden Spezies werden zwei auch oberhalb der Hundertfadenlinie angetroffen, haben mithin eine ſehr bedeutende vertikale Verbreitung.

Die Comatuliden bekräftigen ihren verhältnismäßig modernen Urſprung gegenüber den zeitlebens geſtielten Crinoiden auch darin, daß ſie es verſtanden haben, ſich an viel verſchiedenartigere Lebensbedingungen anzupaſſen als dieſe. So finden ſie ſich horizontal vom 81° n. Br. bis zum 52° ſ. Br. verbreitet und gehen in vertikaler Richtung von der litoralen Zone bis zu einer Tiefe von 2900 Faden, wenn ſchon die zahlreichſten Arten in weniger tiefem Waſſer angetroffen werden. Da-

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Ansicht des Meeresbodens bei 1500 Meter Tiefe.

(Unter 45°, 59', 30'' n. Br. und 6°, 29', 30'' ö. L.)

Links mehrere Pentacrinus Wyville-Thomsoni, rechts oben hängt eine Actinometra an einer Gorgonide, unten mehrere Tiefseekorallen.

Digitized by Google

Digitized by Google

bei iſt die Gattung Comatula kosmopolitiſch und Actinometra iſt es beinahe. Die Folge dieſer bedeutenden Schmiegſamkeit findet ihren Ausdruck ferner in der Thatſache, daß die Zahl der Arten dieſer Familie eine ſehr bedeutende iſt, — den 32 Spezies feſſiler Crinoiden ſtehen über 400 freie gegenüber, wenn auch betont werden muß, daß die Berechtigung aller dieſer Arten nicht über jeden Zweifel erhaben iſt. Eine Eigentümlichkeit teilen ſie mit den geſtielten Formen, beſitzen ſie ſelbſt in noch höherem Grade, das iſt die Neigung zur Geſelligkeit. So dredſchte der Talisman einmal auf einem Zuge bei 68 Faden mehrere Tauſend von Comatula phalangium und bei Gelegenheit einer der Expeditionen der „U. S. Fiſhcommiſſion“ an der Küſte von Neuengland war das Netz mit mehr als 10 000 Exemplaren der auch in den europäiſchen Meeren häufigen Comatula rosacea (s. europaea) angefüllt.

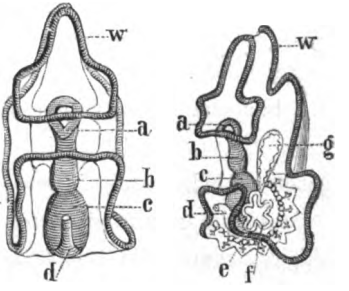


Fig. 77. Bipinnaria genannte freiſchwimmende Larve eines Echinoderms (und zwar eines Seeſterns). W Wimperſchnüre zum Schwimmen, a Mund, b Speiſeröhre, c Magen, d Darm, e Anlage des jungen Seeſterns, f ſeines Waſſergefäßſyſtems mit dem Anhange (g).

Eine befremdende Erſcheinung iſt es, daß, wenigſtens im Mittelmeer nach den Beobachtungen von Chun, in größeren Tiefen von unter 55 Faden die Larven der Echinodermen, die im pelagiſchen Auftriebe ſo überaus häufig ſind, vollkommen fehlen. Dies macht es wahrſcheinlich, daß diejenigen der abyſſiſchen Formen auch oberflächlich leben und erſt kurz vor vollendeter Metamorphoſe in die Tiefe gehen. Die Larven der geſtielten Crinoiden kennen wir noch nicht. Es wäre möglich, daß gerade ſie nicht an die Oberfläche des Meeres ſtiegen, was das vorher erwähnte ſonderbar iſolierte Vorkommen mancher Arten in der Gegenwart und in der Vergangenheit, in der ſie auch größtenteils Tiefſeebewohnerinnen waren, vielleicht erklären könnte. In der Tiefe würden nämlich die freibeweglichen Larven nicht oder doch weit weniger dem Einfluſſe von Strömungen, die ein ausgezeichnetes Transportmittel für im Meere lebende oder zufällig in dasſelbe hineingeratene Organismen ſind, ausgeſetzt ſein.

Digitized by Google

Achtes Kapitel.

Die Würmer (Vermes).

Während der Körperbau der Coelenteraten und Echinodermen darin übereinſtimmt, daß er bei beiden, ohne daß ſie freilich deshalb irgendwie näher miteinander verwandt zu ſein brauchen, urſprünglich immer radiärſymmetriſch iſt, daß ſeine gleichen Teilſtücke als ſogenannte Antimeren ſich um eine Hauptaxe herumgruppieren, und daß da, wo dieſe radiäre Symmetrie (wie bei den meiſten Spongien, Rippenquallen, Holothurien u. ſ. w.) völlig verſchwunden iſt oder einer bilateralen Platz gemacht hat, dies auf eine ſekundäre Anpaſſung zurückgeführt werden kann und zurückzuführen iſt, verhalten ſich alle anderen metazoiſchen Tiere anders. Sie alle, vom niederſten Wurm bis hinauf zum Menſchen, ſind bilateral ſymmetriſche Geſchöpfe und ihr Körper kann nur durch eine einzige Ebene in zwei ſpiegelbildlich gleiche Hälften zerlegt werden. Nur durch ſekundäre Anpaſſungen, namentlich durch ſitzende Lebensweiſe im ausgebildeten Zuſtande oder bei ſehr geringer Bewegungsfähigkeit kann die bilaterale Symmetrie geſtört werden, und bisweilen finden ſich auch noch Spuren einer, vielleicht aber gleichfalls erſt ſekundär erworbenen, radiären Symmetrie, z. B. in den Tentakelkränzen der Kopffüßler, zahlreicher Ringelwürmer, der Moos- und mancher Rädertierchen, in der Anordnung der Extremitäten der Annulaten und der Bruſtgliedmaßen der Inſekten, ſelbſt in der Geſtalt der Wirbel und in der Lage der mit ihnen verbundenen Organe bei den Wirbeltieren.

Eine weitere Eigentümlichkeit der nicht radiären Tiere, die ſich zwar auch verwiſcht und gelegentlich bei Coelenteraten (z. B. in der Strobila, in der Querteilbarkeit der Süßwaſſerpolypen u. ſ. w.), häufiger bei Echinodermen (Arme der Seeſterne, Arme und Stengel der Seelilien, Anordnung der Füßchen bei Seeigeln und Holothurien) findet, iſt die urſprünglich immer vorhandene, oft ſehr deutliche (Ringelwürmer, Tauſendfüße, Inſektenlarven), häufig weniger (ausgebildete Inſekten, Krebſe, Wirbeltiere, Käferſchnecken) oder mehr (Muſcheln, Schnecken, Finnenwürmer u. ſ. w.) verwiſchte Anordnung gleichartiger (homonomer)

Digitized by Google

oder in verſchiedenem Grade ähnlicher Teilſtücke (ſogenannter Metameren) hintereinander an einer Längsaxe.

Am gleichartigſten ſind die Metameren bei den Ringelwürmern (Annelides s. Annulata) und namentlich bei den freiſchwimmenden Vielborſtern (Polychaetae errantes) entwickelt (z. B. bei der ausgebildeten Nereis cultrifera, Fig. 78, 1). Hier gleichen ſich ſämtliche Ringe oder Segmente auf der Außenſeite, abgeſehen von den beiden erſten, welche beſonders differenzirt mit der Mundöffnung, mit Taſtapparaten, häufig auch mit Augen verſehen, den Kopf bilden, und dem letzten, dem Afterſegmente. Meiſt trägt jedes Segment rechts und links zwei übereinander gelegene Seitenanhänge oder Fußſtummel (Parapodien), von denen die oberen als Rückenfüße (Notopodien) die unteren, entſprechend der Lage des centralen Nervenſtranges an der Bauchſeite, als Nervenfüße (Neuropodien) bezeichnet werden. In der Regel ſind beide zweiteilig, aber ſonſt nicht gleichartig entwickelt, und öfters auch nicht gleichartig funktionierend, indem die unteren hauptſächlich als Bewegungsorgane, die oberen nebenbei als Kiemen dienen können. Beide Fußreihen ſind, aber die unteren ſtärker als die oberen, mit chitinöſen, ſehr ſelten kalkigen Borſten ausgerüſtet, welche, ſehr verſchieden und oft ſehr abenteuerlich und ſeltſam geſtaltet, einmal ein Arſenal vortrefflicher Verteidigungswaffen bilden, dann aber auch als Stemmapparate die kriechenden Bewegungen fördern mögen. Aber die homonome Segmentierung findet auch in der Anordnung und Entwicklung der inneren Organe ihren Ausdruck. So erweitert ſich der Darmkanal in jedem Segment zu einer oft mit ſeitlichen hohlen Anhängen verſehenen Kammer, um beim Verlaſſen desſelben durch eine Art von der Leibeswand nach innen vorſpringenden Diaphragmas (Disſepiment) wieder eingeſchnürt zu werden. Auch am Gefäßſyſtem läßt ſich eine metameriſche Bildung nachweiſen, indem ſeine beiden Hauptſtämme, je einer den Rücken und einer den Bauch entlang ziehend, ſich in jedem Segmente rechts und links mittels je eines Quergefäßes verbinden. Das aus einem Gehirnabſchnitte und wenigſtens bei den freilebenden Formen deutlich aus zwei Längsſträngen beſtehende Nervenſyſtem zeigt eine metameriſche Entwicklung, indem jeder Strang in jedem Segmente einen

Digitized by Google

größeren nervöſen Herd, einen Ganglienknoten, entwickelt, der ſich mit ſeinem Nachbar durch einen Querſtrang vereinigt, wodurch das ganze Mark die Geſtalt einer Strickleiter annimmt. Weiter liegt in jedem Segmente jederſeits ein eigentümliches gewundenes hohles Organ (das Segmentalorgan), das mit dem einen trichterförmig erweiterten Ende frei in die Leibeshöhle, mit dem anderen durch ein ſeitliches Loch nach außen mündet und als Exkretionsorgan überflüſſige und unzuträgliche Stoffe aus dem Stoffwechſel des Tieres entfernt, zur Fortpflanzungszeit aber auch die in der Leibeshöhle losgelöſt flottierenden männlichen oder weiblichen Geſchlechtsprodukte als Samen- oder Eileiter nach außen befördert.

So beſitzt kraft der inneren und äußeren Organiſation ein jedes Segment einen hohen Grad von Selbſtändigkeit, und man kann ſich in gewiſſem Sinne einen Ringelwurm als eine Kolonie von ſerial angeordneten Einzelweſen vorſtellen, bei welcher durch Arbeitsteilung bloß die beiden Kopf- und das Afterſegment eine beſondere Entwicklung erlangten.

Dieſe Auffaſſung findet in einer ſehr eigentümlichen, bei vielen Ringelwürmern beobachteten Lebenserſcheinung eine gewiſſe Beſtätigung, in der Fähigkeit der Tiere nämlich, nach künſtlicher Trennung die Teilſtücke zu neuen Individuen zu regenerieren und ſich auch vermittelſt freiwilliger Teilung fortzupflanzen. Durch dieſe Eigenſchaft ſtimmen die Ringelwürmer und einige Strudelwürmer mit Coelenteraten (Strobila, Hydra etc.) und einigen Echinodermen (Seeſternen) überein. Bei den übrigen Metazoen, ſelbſt bis zu den Wirbeltieren hinauf findet ſich wohl noch die Fähigkeit, verlorene Körperteile (Fühler, Augen, Gliedmaßen, Schwänze u. ſ. w.) durch Neubildung zu erſetzen, aber niemals wird es gelingen, durch künſtliche Teilung aus jedem Teilſtück ein neues Individuum hervorgehen zu ſehen.

Der erſte Forſcher, welcher die Fähigkeit eines Ringelwurms, ſich zufolge künſtlicher oder auch freiwilliger Teilung fortzupflanzen beobachtete, war der durch ſeine Unterſuchungen der Süßwaſſerpolypen berühmte Schweizer Trembley, der ſie bei einem kleinen, in unſeren ſüßen Wäſſern ſehr häufigen Ringelwurme (Naïs proboscidea) wahr-

Digitized by Google

nahm. Seit der Zeit ſind jene Vorgänge bei dieſem Wurme vielfach unterſucht und auch bei anderen Formen als in derſelben oder ähnlichen Weiſe ſich vollziehend nachgewieſen worden, und wir wiſſen jetzt, daß bei den Anneliden die Teilbarkeit, ähnlich wie bei den Coelenteraten, zu einem Generationswechſel hinüberleitet.

Bei einigen Arten der Gattung Nereïs differenziert ſich an ungeſchlechtlichen Individuen häufig die hintere größere Hälfte des Körpers in eigenartiger Weiſe, indem die Segmente ſich verbreitern, abplatten und die Fußſtummel nebſt ihren Borſten in ihrer Geſtalt ſich ändern. Darauf werden die Tiere geſchlechtsreif, ſind dabei getrennten Geſchlechts und wurden in dieſem Zuſtande von Oerſtedt zu einer eigenen Gattung (Heteronereis erhoben. (Fig. 78, 3).

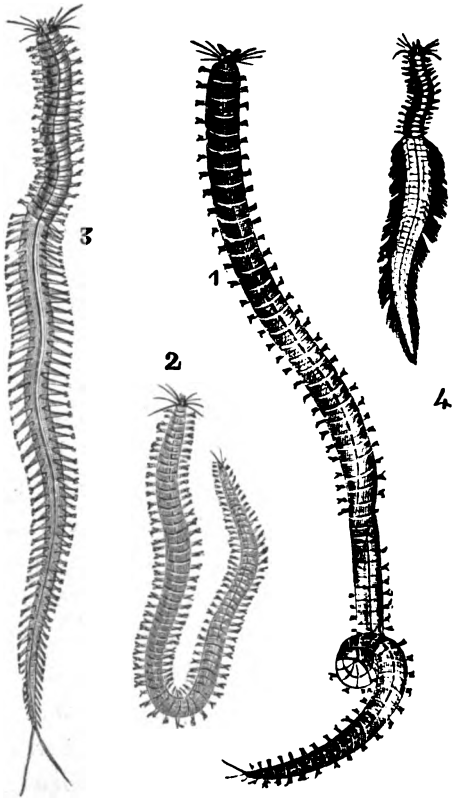


Fig. 78. Nereïs cultrifera, 1 altes, 2 junges Individuum. 3 Heteronereïs-Form derſelben Art, Weibchen. 4 Männchen.

Nach den allerdings noch nicht völlig abgeſchloſſenen und noch manche Frage offen laſſenden Beobachtungen Claparèdes ſind bei anderen Arten (Nereïs Dumerilii) die Verhältniſſe noch komplizierter. Hier verhalten ſich Individuen derſelben Spezies verſchieden, indem manche ſelbſtändig zur Geſchlechtsreife gelangen, andere aber vorher erſt zur Heteronereïs werden und zwar in zwei auf verſchiedene Jahreszeiten verteilten Formen, in einer größeren, in Röhren hauſenden und einer kleineren, frei ſchwimmenden. Außerdem ſoll von der nämlichen Spezies noch eine dritte, der

Digitized by Google

Stammart aber weniger ähnliche hermaphroditiſche Heteronereïsform exiſtieren.

Bei einem andern freilebenden Ringelwurme (Haplosyllis spongicola) entwickeln ſich die letzten 20—30 Segmente des 70—90 Segmente zählenden Körpers unter Umbildung der Parapodien ſowie ihrer Borſten und Muskeln zur geſchlechtlichen „Schwimmknospe“, welche nach den Beobachtungen Alberts pfeilſchnell das Waſſer durchſchwimmt und mit ihrer an ein pelagiſches Leben angepaſſten Organiſation der ſonſt nur langſam ſich bewegenden, in Höhlungen von Schwämmen und Steinen lebenden Haplosyllis die Möglichkeit einer weitern Verbreitung garantiert.

Fig. 79. Serpula contortuplicata, ein wenig vergrößert, als Beiſpiel einer tubicolen Annelide, rechts ein Individuum hervorgeſtreckt.

Eine verwandte Art (Autolytus cornutus) weiſt nun einen wahren Generationswechsel auf, indem ſich von dem geſchlechtsloſen, aus dem Eie hervorgegangenen mütterlichen Stocke Geſchlechtstiere, wie die Ephyraquallen von der Strobila, wiederholt loslöſen.

Die vielborſtigen Ringelwürmer des Meeres (Polychaeten) hat man in zwei Unterordnungen ſyſtematiſch eingereiht: in die freiſchwimmenden (Errantia) und in die röhrenbewohnenden (Tubicolae). Die erſtern, von denen indeſſen auch manche „tubicol“ ſind, haben einen deutlich geſonderten Kopf und infolge ihrer Lebensweiſe als vagierende Räuber zu guten Bewegungsorganen umgebildete Parapodien. Bei der zweiten Unterordnung iſt der Kopfabſchnitt nur undeutlich geſondert, meiſt mit einem Kranz oder einer Spirale von einfachen Tentakeln verſehen, denen ſich noch baumartig veräſtelte Kopfkiemen zugeſellen können. Die Parapodien ſind kurz und funktionieren nicht als ſo ausgezeichnete Bewegungsorgane wie bei den freiſchwimmenden. Die Tiere haufen meiſt in beſonderen, von ihnen ſelbſt gebildeten, bald aus einem hornigen bis kalkigen Abſcheidungsprodukte des Körpers allein beſtehenden, bald durch Fremdkörper, Sandkörner, Schwammnadeln, Muſchelfragmente u. ſ. w. verſtärkten Röhren, einige

Digitized by Google

wenige bohren in Conchylienſchalen, abgeſtorbenen Korallen, Kalkſteinen u. dergl.

Viele Ringelwürmer beſitzen Leuchtvermögen, das entweder auf einer ſchleimigen Hautabſonderung beruht oder aber vom Nervenſyſteme abhängig iſt und in letzterem Falle in eignen Organen an beſtimmten, aber je nach den Arten recht verſchiedenen Körperſtellen auftritt.

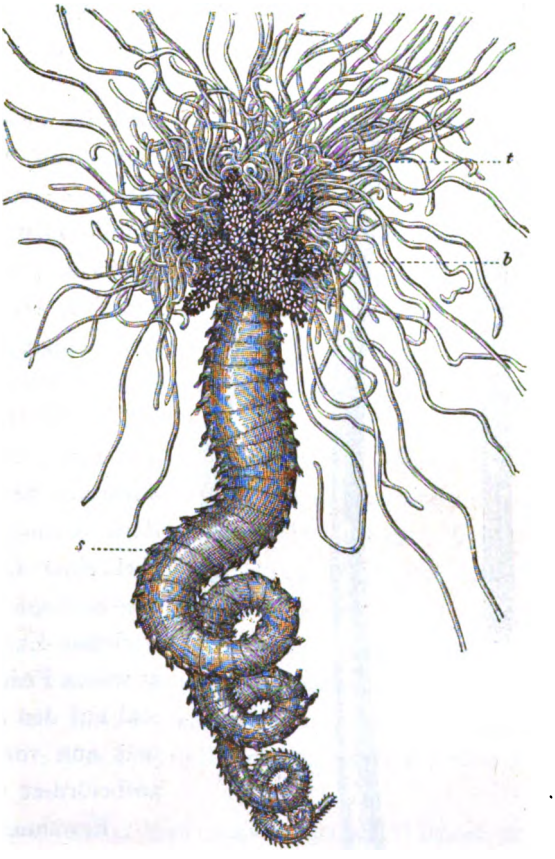


Fig. 80. Terebella Edwardsii, eine tubicole Annelide aus ihrer Röhre genommen, t Tentakeln, s Parapodien, b Kopfkiemen.

Wie die Ringelwürmer die Mehrzahl überhaupt der Meereswürmer bilden, ſo ſind ſie auch in der Tiefſee die zahlreichſten Repräſentanten der Klaſſe und herrſchen unter ihnen, wenigſtens nach den auf den Expeditionen des Blake gewonnenen Erfahrungen, die röhrenbewohnenden vor. Sie gehen in die größten Tiefen; ſo fand der Challenger Serpuliden und Terebelliden noch bei der ungeheuren Tiefe von 3125 Faden, alſo fast 6 Kilometer unter der Oberfläche!

Im allgemeinen läßt ſich für die vertikale Verbreitung der Ringelwürmer nach Profeſſor McIntoſh kein Geſetz aufſtellen. Es fanden ſich zwiſchen 1000 und 1200 Faden 4, zwiſchen 1201 und 1500 aber 22 Arten, zwiſchen 1501 und 2000 ihrer 20, und zwiſchen 2000 und

Digitized by Google

3000 wurden 22 angetroffen, unter 3000 nur noch 2 im ſtillen Ozean, darunter eine tubicole Form (Placostegus benthelianus) auf einer Manganknolle angeſiedelt.

Eine beſonders intereſſante Gattung der Tiefſee iſt Hyalinoecia, „Glashäuschen“ auf deutſch. Eine, ſchon dem alten O. F. Müller bekannte Art (H. tubicola) hat eine ſehr weite, faſt „panthalattiſche“ (könnte man in dieſem Falle ſtatt kosmopolitiſch ſagen) Verbreitung. Die Gehäuſe dieſer eigentlich zu einer freilebenden Familie (Euniciden) gehörigen Tiere erreichen eine bedeutende Größe. Agaſſiz erwähnt Exemplare von 15 Zoll Länge. Sie beſtehen aus einer durchſcheinenden chitinöſen Maſſe, welche bei H. Mahieuxii (Fig. 81) von der marokkaniſchen Küſte aus einer Tiefe von 380 bis 1200 Meter nach dem Berichte von Filhol dem abgeſchnittenen Kiel einer Gänſefeder ſo ſehr gleicht, daſs zoologiſch unerfahrene Begleiter der Talisman-Expedition wirklich glaubten, es wären Federkiele, welche zufällig einmal auf den Boden des Meeres geraten und nun von der Dredſche mit heraufbefördert worden wären.

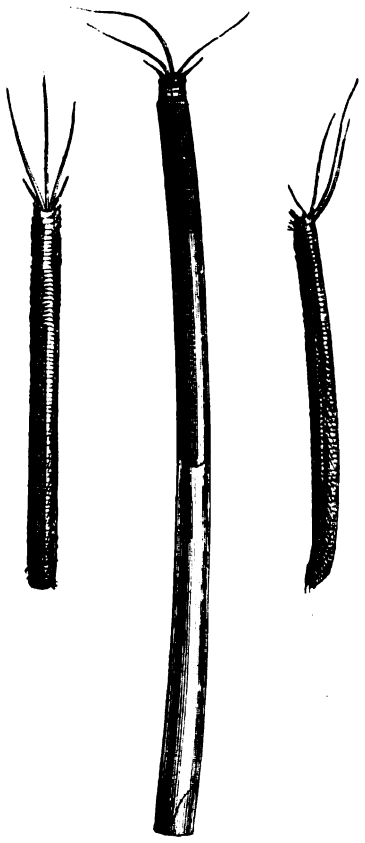


Fig. 81. Hyalinoecia Mahieuxii, aus 1094 Faden Tiefe.

Erwähnung verdient noch, daß die Ringelwürmer aus größeren Tiefen meiſt beſchädigt herauf gebracht werden. Ihr weicher Körper zerreißt leicht und einzelne ſeiner Segmente erſcheinen oft infolge des verminderten Druckes blaſig aufgetrieben.

Zu den Ringelwürmern rechnet man gegenwärtig auch eine merkwürdige Gruppe von Tieren, die in einer bewegten ſyſtematiſchen Ver-

Digitized by Google

gangenheit bald Trematoden, bald Milben, bald Aſſeln ſein ſollten, — die Myzoſtomiden. v. Graff beſchreibt 78 Arten derſelben, davon ſind 24 auf der Reiſe des Challenger gefunden, 22 ſtammen von der amerikaniſchen Expedition, die übrigen aus verſchiedenen Muſeen; dieſe Geſchöpfe ſchmarotzen ausſchließlich auf Crinoiden und zwar auf den feſtſitzenden Pentacriniden 8, der Reſt auf Comatuliden. Die Tiere ſind nicht ſehr groß, (Myzostoma gigas iſt zirka 7—8 mm lang) flach, oval bis ſcheibenförmig und zeigen einen etwas radiären Bau. An ihrem Rande haben ſie 10 Paar fingerförmiger Anhänge, an der Bauchſeite befinden ſich 5 Paar ungegliederte, ſtummelförmige Füße (Parapodia), je fünf Stück an jeder Seite in einem Halbkreis angeordnet. Am freien Ende tragen dieſelben je einen Chitinhaken und oft auch Borſten zwiſchen dem Rande und dem Fußſtummel und alternierend mit den letzteren ſtehen 4 Paar Saugnäpfe. Die ganze Oberſeite der weichen Würmer, die oft lebhaft gelb bis orange, auch fleckig gefärbt und gezeichnet ſind, wimpert.

Manche Arten leben frei auf ihren Wirten, andere bohren ſich in die Arme oder deren Anhangsgebilde ein und bringen eigenartige gallenförmige Degenerationen derſelben zu ſtande, wieder andere endlich encyſtieren ſich paarweiſe, je ein Männchen und Weibchen, auf dem geplagten Haarſtern. Mit ihren Wirten ſcheinen ſie in alle Tiefen zu gehen, ſoweit dieſe überhaupt gelangen. So wurde Stechelopus Hyocrini auf Hyocrinus und Bathycrinus ſchmarotzend bei der Crozet-Inſel in Tiefen von 1375 bis 1600 Faden gefunden und Myzostoma gigas wurde mit Antedon Eschrichtii von 50 bis 632 Faden beobachtet.

Die übrigen Ordnungen echter und unzweifelhafter Würmer ſind in der Tiefſee nur ſchwach vertreten oder von hier doch noch wenig gekannt. Chun erbeutete im Mittelmeer ein einziges Mal aus einer Tiefe von 600 m einen Strudelwurm. Schmarotzerwürmer, ſowohl Haarwürmer (Nematoden) wie Bandwürmer (Ceſtoden) ſind als Mitglieder jener eigenartigen Fauna noch gar nicht beobachtet, obwohl es im höchſten Grade unwahrſcheinlich iſt, daß der Wurmparaſitismus, dieſe ſchreckliche Geißel der Tiere, namentlich der Fiſche, in der Tiefe keine

Digitized by Google

Schlachtopfer fordern ſollte, um ſomehr, da paraſitiſche Krebſe ebendort nicht ſelten zu ſein ſcheinen.

Auch die merkwürdigen, in untiefen Gewäſſern nichts weniger als ſeltenen Mitglieder der allerdings nicht ſehr artenreichen Ordnung der Schnurwürmer (Nemertinen) dürften zur abyſſiſchen Fauna nur ein ſehr geringes Kontingent ſtellen. Von den 21 Arten, welche der Challenger mit heimbrachte, finden ſich nur zwei zwiſchen 1000 und 1400 Faden, aber eine davon bildet eine neue Spezies und eine eigene Gattung.

Die Sternwürmer (Gephyrei), — jene originellen Tiere, welche man früher mit den Holothurien vereinigte, (mit denen in der That manche im äußeren Habitus und in den Lebensgewohnheiten Ähnlichkeit haben), jetzt aber entweder als beſondere Unterordnung den Ringelwürmern zuzählt oder als ſelbſtändige Ordnung betrachtet, — ſind beſſer in der Tiefſee vertreten. Von den 24 vom Porcupine und Challenger geſammelten Arten finden ſich

4	zwiſchen	500	und	1000	Faden.
3	„	1000	„	1500	„
4	„	1500	„	2000	„
1	„	2000	„	2500	„

Selenka, der das auf der Expedition der beiden genannten Schiffe geſammelte Material bearbeitete, macht darauf aufmerkſam, daß die in Steinlöchern, abgeſtorbenen Schneckenhäuſern und Röhren hauſenden Formen (Phascolion, Phascolosoma) tiefer gehen als die anderen, denn unter 1000 Faden findet ſich außer Arten dieſer beiden Gattungen nur noch eine Bonellia (Suhmii) und merkwürdig genug der gewöhnliche Sipunculus nudus (1263 Faden), der mithin, da er auch in ſeichtem Waſſer gefunden wird, eine ſehr bedeutende vertikale Verbreitung hat, wie er denn auch in horizontaler Richtung von vielen, weit voneinander entfernten Fundorten (Mittelmeer, Europas Weſtküſte, Weſtindien, Philippinen) bekannt iſt. Auch auf den Expeditionen des Blake war der in der größten Tiefe gefundene Sternwurm ein Phascoloſoma, das, in einer Dentaliumſchale verborgen, bei 1568 Faden gedredſcht wurde. Von der ſonſt ſo zahlreichen Gattung Phymosoma (18 Arten) geht

Digitized by Google

bloß eine Spezies in größere Tiefen, während die andern ſich in ſeichten Gewäſſern tropiſcher und ſubtropiſcher Gegenden, mithin in warmem Waſſer finden. Die Gattungen Phascolion und Phascolosoma bewohnen aber, ſoweit ihre Arten in geringeren Tiefen leben, gerade die Meere der gemäßigten und kalten Gegenden, in beiden Fällen alſo entſprechen ſich die Verhältniſſe der horizontalen und vertikalen Verbreitung dieſer Tiere mit Rückſicht auf die Temperatur.

Zu dem Typus der Würmer, dem man ſo ziemlich alle Tierformen zuſchiebt, die man in andern Klaſſen nicht unterbringen kann, und der daher ein ſehr willkürlich und unnatürlich zuſammengeſetzter iſt, hat man neuerdings auch die Armfüßler, Moos- und Rädertierchen gerechnet.

Die Armfüßler (Brachiopoda) hielten die älteren Forſcher allgemein für Mollusken, eine Anſchauung, welche auch noch von einigen neueren geteilt wird. Die Haupturſache dieſer ſyſtematiſchen Auffaſſung liegt in der Beſchaffenheit der Schale, welche aus zwei Klappen beſtehend und meiſt kalkiger Natur auf den erſten Blick allerdings einer Muſchelſchale nicht wenig gleicht. Aber doch ſind auch in der Schale durchgreifende Unterſchiede zwiſchen Muſcheltieren und Brachiopoden leicht nachweisbar. Erſtens iſt die bilaterale Symmetrie eine ganz andere: Die Muſchelſchale beſteht immer, auch dann, wenn ihre Hälften bei feſtſitzenden Arten ungleichartig entwickelt ſein ſollten, aus einer rechten und linken Klappe, eine Brachiopodenſchale aber aus einer oberen und unteren. Die letztere iſt in der Regel bei der einen Ordnung der Klaſſe, bei den Teſticardinen oder ſchloßſchaligen Brachiopoden tiefer gewölbt und greift am Schloß über die oberen oft hakenartig mittels des von einem Loch durchſetzten Wirbels weg (Fig. 82). Durch dieſes Loch tritt ein kurzer bindegewebiger Fortſatz des Leibes des Tieres, der ſogenannte Stiel, mittels deſſen ſich die Tiere an fremde Gegenſtände, oft auch aneinander, namentlich jüngere an ältere, befeſtigen. Die Formen mit einem Schloß haben an der oberen oder Rückenſchale ſchenkel-

Fig. 82. Terebratella dorsata, Weſtküſte von Südamerika, aus 20 bis 90 Faden Tiefe. Von der Rückenſchale geſehen. Unten greift die Bauchſchale mit centralem Loche über.

Digitized by Google

artige, öfters vereinigt eine Schleife bildende kalkige Fortſätze, welche das ſogenannte Armgerüſt bilden. Das Armgerüſt ſtützt die beiden, bei beträchtlicher Länge öfters ſpiralig aufgewundenen Arme, deren innerer Hohlraum mit der Leibeshöhle kommuniziert. Dieſelben beſitzen an der Innenſeite eine Längsfurche, welche von fühlerartigen Bildungen, Tentakeln eingefaßt iſt, und zwiſchen ihnen befindet ſich der Mund, nach welchem zu die Bewegung der Armtentakeln zum Einſtrudeln der aus mikroſkopiſchem Detritus beſtehenden Nahrung gerichtet iſt. Dabei dienen die Arme auch mit zur Reſpiration. Der Atemraum, in dem die Arme liegen, ſetzt ſich gegen die Leibeshöhle durch eine Art ſchrägen Zwerchfells (Fig. 84, s) ab. Das ganze Tier iſt in eine Hautduplikatur, den ſogenannten Mantel (m a), welcher auch die Schale abſondert und gleichfalls die Atmung vermitteln hilft, gehüllt. Die Schalen können durch ſchräg von einer zur anderen verlaufende Muskeln (m und m 1) geöffnet und geſchloſſen werden.

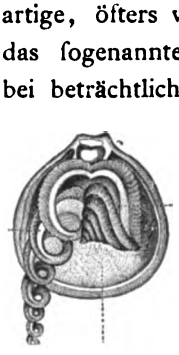


Fig. 83. Eine Rhynchonella. Die eine Schale und Mantelhälfte iſt entfernt. Der rechte Arm in ſeiner natürlichen Lage, der linke auf- und herausgerollt.

Die zweite Ordnung der Armfüßler, die der Ecardinen oder ſchloßloſen, beſitzt an den Schalen weder einen Schloßapparat noch Armgerüſte.

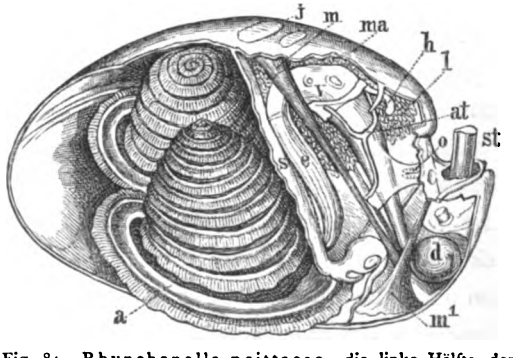


Fig. 84. Rhynchonella psittacea, die linke Hälfte der Bauchſchale und die ganze Rückenſchale iſt entfernt. ma Mantel, s Scheidewand zwiſchen Atem- und Leibeshöhle, a Arm, e Speiſeröhre, v Magen, d Enddarm, e Leber, h Herz, at Blutgefäſse, o Öffnung des Eileiters, m und m1 Muskeln, j Inſertionsſtelle von m1, st Stiel.

Die Entwicklung des Brachiopodenſtammes im Laufe der geologiſchen Zeiten iſt eine eigentümliche. In den älteſten Schichten, in den cambriſchen und denen des Silur, finden ſich von ihnen 1776 Arten, im Devon 1366, im Kohlenkalk 871, im Dyas aber ſinkt ihre Zahl plötzlich auf einige 30, um ſich im Trias und Jura wieder langſam zu heben und aus der Kreide ſind wieder etwa 230 Spezies unterſchieden und beſchrieben. Doch nimmt von da

Digitized by Google

der Reichtum an Formen wieder etwas ab, sodaß wir in der Gegenwart zirka 130 lebende Arten kennen.

Noch vor wenigen Jahren galten die mit einem Schlosse an der Schale versehenen Brachiopoden als Seltenheiten ersten Ranges und wurden von Conchylienſammlern mit relativ großen Summen bezahlt. Dabei wurden sie als Tiefseetiere par excellence betrachtet, da man sie noch in Meerestiefen fand, welche man damals als die äußerste untere Grenze tierischen Lebens ansehen zu müssen glaubte.

Daß diese Ansichten nicht richtig waren, haben uns die neueren Forschungen gelehrt. Die Tiere haben allerdings ein lokalisiertes Vorkommen; wo sie sich aber finden, treten sie meist in bedeutender Menge auf. So war es auch in der Vorwelt, z. B. in den triasischen Meeren, denn im Muschelkalk bilden Terebratellen (Terebratula s. Coenothyris vulgaris) mächtige Bänke. Die vertikale Verbreitung der lebenden Arten ist, soweit wir sie kennen, folgende. Es finden sich

zwischen	0—500	Faden	98 Arten
„	501—1000	„	16 „
„	1001—1500	„	6 „
„	1501—2000	„	4 „
„	2001—2900	„	3 „

Wenn diese Zahlen mit Rücksicht auf die in den verschiedenen Tiefen sehr verschieden häufigen Dredschzüge auch nur einen bedingten Wert haben, so dürfen wir doch schließen, daß die Brachiopoden im allgemeinen geringere Tiefe vorziehen. Der Challenger führte zwischen 0 und 500 Faden 99 Dredschzüge aus und bei einigen 20 wurden Armfüßler gefangen. Zwischen 2000 und 2500 Faden wurde 93, zwischen 2500 und 3000 aber 83mal mit der Dredsche gefischt und aus beiden Regionen wurden nur je 3mal Brachiopoden an die Oberfläche gefördert.

Die Ursache dieser Art der vertikalen Verbreitung ist, wenn man die Organisationsverhältnisse der Tiere im Auge behält, nicht so schwer zu verstehen. Die Brachiopoden sind als sessile, meist mit einem kurzen Stiele versehene Tiere auf feste Gegenstände zum Anheften angewiesen, vermögen aber im Schlamm und Schlick nicht recht zu haften. Daher

Digitized by Google

iſt weder der Globigerinenſchlick noch der rote Thon für ihren Aufenthalt beſonders geartet, deſto mehr aber ein felſiger Untergrund.

Manche haben übrigens eine ſehr weite vertikale Verbreitung. So findet ſich Terebratulina caput serpentis von 0—1180, Terebratula vitrea von 5—1456 Faden.

Die Entwicklungsgeſchichte hat uns als nächſte Verwandte der Armfüßler die Moostierchen (Bryozoa) und Rädertierchen (Rotatoria) erkennen laſſen. So gemein die letzteren in unſern ſüßen Gewäſſern ſind, ſo ſelten treten ſie im Meere auf und aus der Tiefſee ſind zur Zeit noch keine bekannt. Anders verhält es ſich mit den Moostierchen.

Die Moostierchen ſind winzig kleine, meiſt mikroſkopiſche Geſchöpfe von Schlauchform und ſitzen in einem häutigen oder kalkigen, bisweilen gallertartigen Gehäuſe. Da ſie Kolonien bilden, liegen dieſe Gehäuſe dicht nebeneinander und formen moosähnliche oder zarte, baumartig wie bei den Hydroidpolypen verzweigte Stöckchen, während die kalkſchaligen Arten oft den Milleporen ſehr ähnlich ſehen. Sie können ſich aus ihrem Gehäuſe hervorſtrecken und entfalten dann einen um den Mund geſtellten ring- oder hufeiſenförmigen Tentakelkranz, der mit Flimmerhaaren dicht beſetzt iſt und die feine Nahrung herbeiſtrudelt, ſowie die Atmung vermittelt. Neben dem Mund, aber meiſt außerhalb des Tentakelkranzes liegt der After und zwiſchen beiden das centrale Nervenſyſtem. Bei den Meeresbryozoën findet ſich häufig in den Individuen einer Kolonie Arbeitsteilung und daher Polymorphismus.

Die Bryozoën ſind ſehr alte Geſchöpfe, die ſchon im untern Silur beginnen und in der Kreide ihre ſtärkſte Entfaltung (gegen 700 Arten) erlangen. Auch in der Jetztwelt ſind ſie gut entwickelt und größtenteils Meeresbewohner, von denen allein der Challenger gegen 320 Arten ſammelte, darunter nach der Mitteilung von Georg Busk über die Hälfte neue. Die Tiere finden ſich in allen Meeren, und ihre Arten haben zum Teil eine ſehr weite horizontale Verbreitung: manche bewohnen den atlantiſchen, indiſchen und ſtillen Ozean zugleich. Auch die vertikale Verbreitung iſt bei manchen Spezies eine bedeutende, ſo wurde Cribrella monoceras, übrigens auch eine nahezu panthalattiſche Art, von 5—1350 Faden beobachtet. Meiſt ſind aber die Tiefſeeformen loka-

Digitized by Google

liſiert und an ihren Aufenthaltsort angepaßt, indem ſie ſehr zarte und biegſame Kolonien bilden und am untern Ende äußerſt feine Wurzelfaſerchen entwickeln, mit welchen ſie Globigerinen oder andere feſte Partikelchen des abyſſiſchen Meeresbodens umſpinnen.

Auf der Expedition des Challenger wurden beobachtet:

zwiſchen	1000	und	1500	Faden	13 Arten
„	1501	„	2000	„	22 „
„	2001	„	2500	„	11 „
„	2501	„	3000	„	6 „
„	3001	„	3125	„	4 „

Neuntes Kapitel.

Die Gliedertiere (Arthropoda).

Aus der unüberſehbar großen Schar der Gliedertiere haben die Tauſendfüße gar keine, die Inſekten nur einige wenige am Ufer lebende oder pelagiſche Vertreter in der ſo üppig entwickelten Meeresfauna. Neben einigen, in beſonderer und merkwürdiger Art entwickelten Spinntieren ſind es die vielen und mannigfach differenzierten, an Arten und Individuen reichen Ordnungen der Krebſe, welche in allen Meeren der Welt, von Pol zu Pol und von der Strandlinie bis in die tiefſten Tiefen einen ſehr weſentlichen Teil der Bewohnerſchaft ausmachen.

Von den zwölf Ordnungen der Kruſtentiere ſcheinen nur zwei, nämlich die im Meere überhaupt ſchwach vertretenen Phyllopoden und die mehr pelagiſch lebenden Stomatopoden ſich nicht an der Bildung der Tiefſeefauna zu beteiligen, alle andern haben, teilweiſe ſelbſt zahlreiche, Repräſentanten in der Tiefe.

Die Muſchelkrebschen (Ostracoda), eine uralte, ſchon vor der Silurzeit vorhanden geweſene Krebsſippe, ſind kleine Tiere mit ungegliedertem Körper, mit 7 Paar Gliedmaßen und umhüllt von einer hornigen bis kalkigen zweiklappigen Schale, die ſeitlich zuſammengedrückt und auf der Rückenſeite durch eine Membrane verbunden iſt, unten aber offenſteht. Beide Schalenhälften können durch einen central ge-

Digitized by Google

legenen Muskel geſchloſſen werden und das zurückgezogene Tier vollkommen abſchließen.

Sie finden ſich in den ſüßen und in den ſalzigen Gewäſſern aller Teile der Erde, und wenn ſie auch im flachen Waſſer zahlreicher entwickelt ſind, ſo gehen ſie doch in bedeutende Tiefen. Von den 221 auf der Challengerexpedition geſammelten Arten wurden 52 unter 500, 19 unter 1500 und noch 8 unter 2500 Faden gefunden. In der größten Tiefe, in welcher Muſchelkrebſe überhaupt beobachtet wurden, betrug die Zahl ihrer Spezies 3.

Die Copepoden, kleine geſtreckte Krebschen mit deutlich gegliedertem Rumpfe und mit 4—5 Beinpaaren, ſpielen bei ihrer großen Menge und unglaublichen Fruchtbarkeit eine große Rolle im Meere. Manche liefern, wie Agaſſiz bemerkt, innerhalb dreier Wochen 30 Generationen, ſodaß, wenn alles gut ginge, Nahrung reichlich genug vorhanden wäre und Feinde fehlten, die Individuenzahl ihrer Nachkommenſchaft ſich in kurzer Zeit faſt aller Berechnung entziehen und große Teile des Meeres gänzlich anfüllen würde. Auch ſo ſchon, da doch täglich Milliarden der Not und der Verfolgung zum Opfer fallen, färben ſie gelegentlich namentlich in den arktiſchen Gewäſſern auf Quadratmeilen hin die Oberfläche des Meeres entſprechend ihrem Kolorite blutrot oder rotbraun. Sie ſpielen eine der größten Rollen im großen Stoffwechſel des Meeres, ja, indem ſie das Hauptfutter der Heringe ausmachen und deren Wanderungen veranlaſſen, ſind ſie von hervorragender Wichtigkeit ſelbſt für Handel und Wandel der Menſchen. So zahlreich ſie als Individuen und Arten die Oberfläche des Meeres bevölkern, ſo ſelten ſind ſie in der Tiefſee: nur eine frei lebende Form (Pontostratiotes abyssicola, 2200 Faden) iſt als unzweifelhaft abyſſiſch bekannt. In mittleren Tiefen des Mittelmeeres (325—710 Faden) fand Chun indeſſen eine in jeder Beziehung üppige Copepodenfauna.

Nicht wenig Copepoden haben ſich einer paraſitiſchen Lebensweiſe anbequemt und erſcheinen dann infolge derſelben oft abenteuerlich verändert und degeneriert. Auch ſolche Schmarotzerformen (Lernaea abyssicola) hat man auf Fiſchen und Ringelwürmern (Praxillinicola

Digitized by Google

Kroyeri auf Praxilla abyssorum bei 1950 Faden und Oestrella Levinseni auf Ehlersiella atlantica bei 2750 Faden) der Tiefſee gefunden.

Die originellſte Ordnung der niederen Krebſe und vielleicht der Krebſe überhaupt bilden die durch rückſchreitende Metamorphoſe merkwürdig veränderten Rankenfüßer (Cirripedia). In der Jugend als hochorganiſierte, mit Augen und trefflich entwickelten Gliedmaßen verſehene, echte Krebschen munter umherſchwimmend, ſetzen ſie ſich ſpäter an lebloſe Gegenſtände, aber auch auf lebende Geſchöpfe, teilweiſe ſogar als echte Paraſiten feſt und erfahren ſo weſentliche Veränderungen, daß man ſie früher für eigenartige Mollusken gehalten hat. Der Körper büßt ſeine deutliche Gliederung ein, umgiebt ſich mit einer mantelartigen, meiſt durch eingelagerte Kalkſtücke verſtärkten Hautduplikatur, die Gliedmaßen werden zu einem Strudelapparat, welcher den infolge der ſedentären Lebensweiſe zu Zwittern gewordenen Tieren die aus allerlei feinſten Organismen und Organismenreſten beſtehende Nahrung zuführt und das des nötigen Sauerſtoffs beraubte Atemwaſſer erneuert.

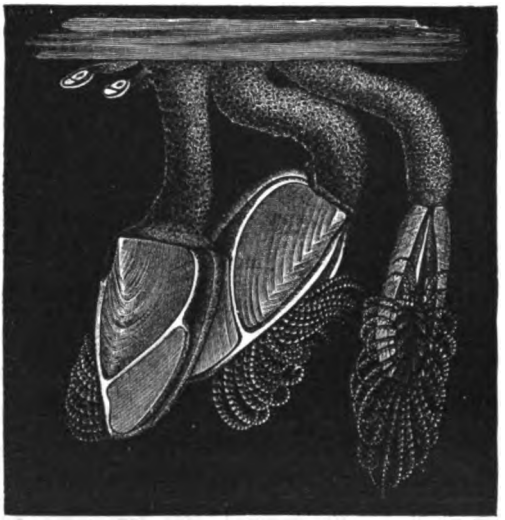


Fig. 85. Eine Entenmuſchel (Lepas anatifera).

Für die Fauna der Tiefſee kommen bloß die allbekannten Familien der Entenmuſcheln (Lepadidae) und der Seepocken (Balanidae) in Betracht. Die erſteren, denen die mittelalterliche Sage eine abenteuerliche Art von Generationswechſel zuſchrieb, indem gewiſſe Individuen ſich von ihren Stielen loslöſen und zu Bernickelgänſen werden ſollten, ſind in der Tiefſee relativ gut vertreten: von 43 Arten von Scalpellum, einer ſchönen Gattung, fand der Challenger nach dem

Digitized by Google

Berichte Hoeck's 35 zwiſchen 500 und 2850 Faden, das Genus Verruca hat Spezies zwiſchen 500 und 1900 Faden und die einzige neu entdeckte Gattung (Megalasma striatum) ſtammt aus einer Tiefe von 1000 Faden. Die Seepocken, welche an felſigen Geſtaden innerhalb der Gezeitengrenzen die Klippen oft in Millionen von Individuen bedecken, ſodaß ſie weiß in die Ferne leuchten, ſind nur ſparſam in der abyſſiſchen Fauna vertreten und gehen nicht tief: bloß zwei Arten wurden unterhalb der Hundertfadenlinie gefunden, die eine bei 180, die andere bei 516 Faden. Es iſt eine intereſſante Thatſache, daß die Lepadiden und Balaniden, die doch im ſeichten Waſſer einen ſo großen Hang zur Geſelligkeit zeigen, in der Tiefe ein einſiedleriſches Leben führen.

Die höheren Krebſe (Malacostraca), deren aus zwei Regionen beſtehender Körper ſich konſtant aus 19 Segmenten, nämlich 13 für das Kopf-Bruſtſtück und 6 für den Hinterleib (bei unſeren gewöhnlichen Krebſen „Schwanz“ genannt) zuſammenſetzt, haben zahlreiche, teilweiſe ſehr merkwürdige Repräſentanten in der Tiefſee, und auf ſie hat, wie auf die Fiſche, der Aufenthalt in jenen Gründen beſonders ſtark modifizierend eingewirkt.

Eine ſehr eigentümliche, aus nur wenig Arten beſtehende Ordnung dieſer Krebſe iſt die der Leptocariden, mit geſtrecktem, ſehr deutlich ſegmentiertem Leibe und um den Kopf und Vorderteil des Rumpfes mit einer zarten, in der Rückenlinie vereinigten Schalenklappe. Eine einzige bis 40 mm lang werdende Art einer neuen Gattung (Nebaliopsis typica) wurde vom Challenger in der Südſee einmal bei 1375 und das zweite Mal bei 2550 Faden gedredſcht. Die abyſſiſche Herkunft verrät ſich in den rudimentären Augen, die des Pigments und der eigentlichen Sehelemente entbehren.

Die Hüpferlinge oder Flohkrebſe (Amphipoda) mit ſeitlich zuſammengedrücktem, ziemlich gleichmäßig geringeltem Körper, deutlich abgeſetztem Kopfe und ungleichartig entwickelten, teils zum Schwimmen, teils zum Hüpfen dienenden Gliedmaßen, ſind zwar eine ſehr zahlreiche Krebsordnung, haben aber nicht beſonders viel Vertreter in den tieferen Teilen des Meeres. Auf der Fahrt von Japan nach Juan Fernandez fand der Challenger bei 60 bis 70 Dredſchzügen nur einige wenige Floh-

Digitized by Google

krebſe, und wenn Stebbing auch recht haben mag, wenn er meint, dieſe Thatſache beweiſe noch lange nicht, daß die Tiere in jenen Gegenden des Weltmeeres wirklich ſeltener als anderwärts wären, ſo iſt ſie doch immerhin auffallend genug. Die ſeltſamſte Amphipode iſt Cystisoma (nicht Cystosoma wie Weſtwood ſchon eine neuholländiſche Zirpe nannte) Neptuni: bei verhältnismäßig rieſigen Dimenſionen (103 mm lang) iſt ihr Körper völlig farblos und durchſichtig, auf dem großen Kopfe liegen zwei mächtige, zirka 25 mm große Facette-Augen, dicht nebeneinander. Das Geſchöpf ſcheint, nach der Anſicht Wyville Thomſons, ein pelagiſches Leben zu führen, aber ſich am Tage in Tiefen bis zu 1500 Faden zurückziehen.

Erwähnenswert iſt vielleicht noch eine von A. Agaſſiz mitgeteilte Beobachtung von S. J. Smith, nach welcher ſich manche Amphipoden aus ihren eigenen durch Fäden zuſammengeſponnenen Kotballen röhrenförmige Gehäuſe machen. Auf der Expedition des Blake wurden zu verſchiedenen Malen andere Röhren mit heraufgebracht, die ganz den Eindruck von Wurmgehäuſen machten, aber von Amphipoden bewohnt waren, und Agaſſiz wagt es nicht zu entſcheiden, ob dieſe etwa auch die Verfertiger oder nur die Beſitzergreifer geweſen wären.

Zu den bekannteſten Krebsformen zählen die Aſſeln (Gleichfüßer, Isopoda), deshalb ſo bekannt, weil zu ihnen Geſchöpfe gehören, welche ſich als läſtiges Ungeziefer in unſern Kellern, Höfen und Gärten unangenehm bemerkbar machen — die Kelleraſſeln. Keine Ordnung der Krebſe weiſt ſo viele landbewohnende Arten auf wie dieſe, aber im Waſſer, im ſüßen, ſelbſt tief im Schoße der Erde, mehr noch im Meere in allen Breiten von der Strandzone bis zu gewaltigen Tiefen iſt doch die Mehrzahl zu Hauſe.

Sie haben einen meiſt abgeplatteten, länglich ovalen, manchmal auch ſtark verlängerten Körper (Arcturus, Neotanais, Thyphotanais). Sechs vorderſte kleine Segmente bilden äußerlich zu einer Einheit verbunden den Kopf, 7 größere ziemlich gleichbreite den Bruſtabſchnitt und wieder 6 ſtark verkürzte kleinere den Hinterleib. Die Bruſtſegmente tragen je ein Paar ſehr einfacher, zum Kriechen, bisweilen zum Feſthaken eingerichteter, ziemlich gleichentwickelter Beine, einzelne der Gliedmaßen

Digitized by Google

können indeſſen auch zu vorzüglichen ruderartigen Schwimmfüßen umgebildet ſein (unter andern ganz beſonders der fünfte Thorakalfuß bei Eucope abyssicola). Am Hinterleib haben ſich dieſe Bewegungsorgane zu Reſpirationsorganen umgebildet. Manche dieſer Tiere haben ſich an ein paraſitiſches Leben angepaßt und hauſen in teilweiſe ſeltſam veränderter Geſtalt auf andern Krebsarten und Fiſchen oder in deren Kiemenhöhlen.

Diejenigen Aſſelformen, welche die Tiefſee bewohnen, beſitzen, wie wir namentlich durch die Unterſuchungen von Sars und Evers Beddard, der das einſchlagende Material der Challenger-Expedition in vorzüglicher Weiſe bearbeitet hat, wiſſen, meiſt rückgebildete Sehwerkzeuge. Von 56 abyſſiſchen Arten ſind 34 vollkommen blind, 4 haben degenerierte, 18 gut entwickelte Augen. Mit Rückſicht auf die angenommenen Gattungen ſetzt ſich die Iſopodenfauna der Tiefe aus zwei Elementen zuſammen, nämlich aus ſpezifiſchen Gattungen der Tiefſee und aus ſolchen, welche auch in ſeichterem Waſſer ſich finden. Von den elf Arten der erſteren haben nur zwei funktionsfähige Augen und unter denen der letzteren können wir zwei Gruppen unterſcheiden, nämlich ſolche, die in tiefen Meeresteilen blinde, in ſeichteren ſehende Spezies aufweiſen und ſolche, die auch in flacheren Gewäſſern blind ſind.

Blinde oder offenbar blödſichtige Tiere brauchen nicht immer Bewohner dunkler Räume zu ſein, wie aus einer ganzen Reihe von Thatſachen ſich ergiebt, und was andrerſeits die ſehenden Tiefſeeformen in dieſem ſpeziellen Falle angeht, ſo kann ihre Sehfähigkeit eine doppelte Urſache haben: einmal, und das dürfte für ſolche Formen zutreffend ſein, deren übrige Mehrzahl das ſeichte Waſſer bewohnt, kann ſie noch vorhanden ſein, die Tiere leben noch nicht lange genug unter den neuen Verhältniſſen, um ſich ihnen ſchon völlig angepaßt zu haben, zweitens aber wird, wie wir erwähntermaßen zu ſchließen gezwungen ſind, auch in der Tiefſee mindeſtens ſtellenweiſe ein auf organiſche Quellen zurückführbarer ſchwacher Lichtſchimmer herrſchen. Der rieſenhafte Bathynomus giganteus (Fig. 86) den A. Agaſſiz in den weſtindiſchen Gewäſſern aus einer Tiefe von 955 Faden heraufholte, beſitzt an der Unterſeite des Kopfes gelegene hoch entwickelte Augen, deren jedes

Digitized by Google

4000 Facetten zählt. Filhol behauptet, daß unter den foſſilen Krebſen keine blinden Formen zu finden wären, und glaubt daraus mit ſchließen

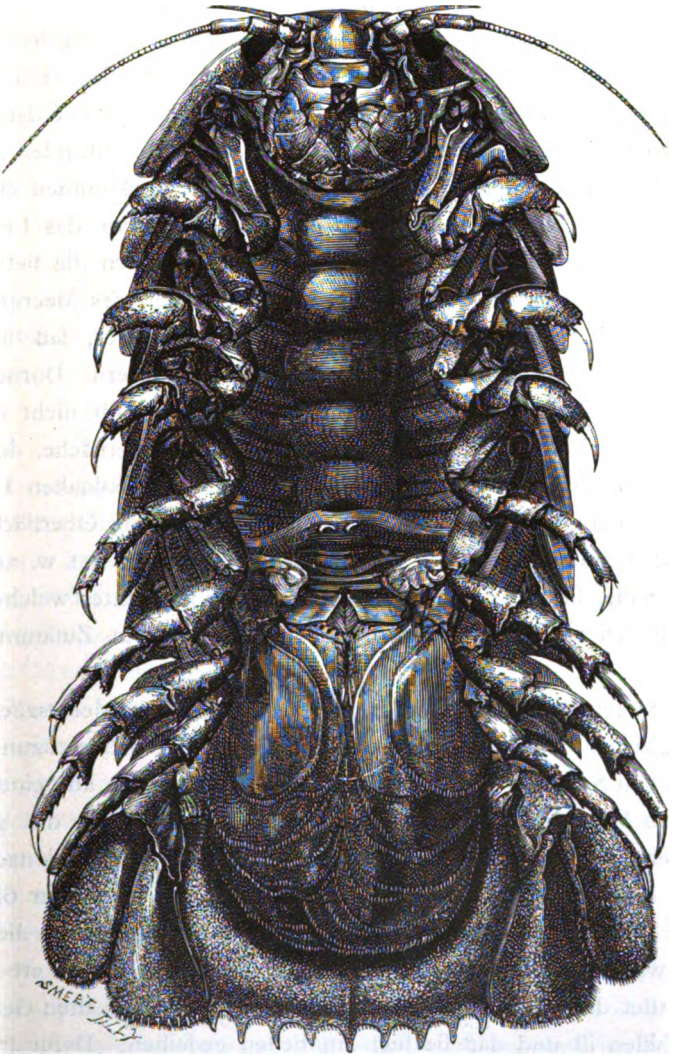


Fig. 86. Rieſen-Tiefſeeaſſel (Bathynomus giganteus) $^2/_3$ nat. Gr.

zu dürfen, daß die Meere der Vorzeit nicht ſo beträchtliche Tiefen, wie die der Jetztwelt gehabt hätten. Dem wäre doch wohl entgegenzu-

Digitized by Google

halten, daß der erſtere Teil der Behauptung nachweisbar falsch iſt: es gab ſchon im Silur blinde Trilobiten (z. B. Agnostus), ja es giebt, wie unter den heutigen Aſſeln, Gattungen, zu denen ſehende und blinde Formen gehörten. Von hervorragendem Intereſſe indeſſen und weitgehender Bedeutung ſcheint mir eine Beobachtung Barrandes zu ſein, nach welcher ein Trinucleus in der Jugend Sehwerkzeuge hat, die mit dem Alter nach und nach degenerieren und ſchließlich ganz verſchwinden. Dieſes Faktum deutet weit mehr als das gelegentliche Vorkommen einzelner von Anfang an blinder Formen auf eine Anpaſſung an das Leben im Dunkeln hin, und wo ſollen wir für einen Trilobiten die betreffende Dunkelheit wohl ſuchen können als auf dem Boden des Meeres?

Eine weitere, nicht unintereſſante Erſcheinung iſt es, daß die Aſſelarten der Tiefſee vielfach mit ausgezeichneten Höckern, Dornen und Stacheln am Hautpanzer verſehen ſind. Das iſt deshalb nicht unintereſſant, weil ſich ähnliche Vermehrungen der Körperoberfläche, denn das ſind jene Gebilde, auch bei Inſekten z. B. Käfern in polnahen Ländern und in hohen Gebirgen finden. Oft treten hier ſolche Oberflächenvermehrungen auch in konkaver Art als Gruben, Furchen u. ſ. w. auf, und es liegt nahe, ſie mit den Temperaturverhältniſſen, unter welchen jene Tiere ähnlich wie die Bewohner der Tiefſee leben, in Zuſammenhang zu bringen.

Bemerkenswert iſt weiter die Thatſache, daß die Meeresaſſeln eine Neigung zeigen, nach den Polen und der Tiefe zu an Größe zuzunehmen. So ſind von Serolis Bromleyana manche Exemplare aus einer Tiefe von 1100 Faden bei 40° ſ. B. noch einmal ſo groß als die größten aus einer Tiefe von 400—700 Faden unter 33—37° ſ. B. und nach dem Südpol hin ſteigert ſich dieſe Erſcheinung, ſodaß ein unter 62° ſ. B. und bei 1975 Faden Tiefe gefangenes Individuum wieder um die Hälfte größer war als die größten unter 40° und bei 1100 Faden erbeuteten. Dies deutet darauf hin, daß es den Meeresiſopoden in kalten Gewäſſern am wohlſten iſt und daß ſie hier am beſten gedeihen. Dafür ſprechen auch manche Erſcheinungen in ihrer geographiſchen Verbreitung: ſo iſt die Gattung Serolis hauptſächlich im ſüdlichen Ozean bis in den antarktiſchen hinein, ſowohl im ſeichten wie tiefen Waſſer, verbreitet, und

Digitized by Google

die Tiefseeformen nähern sich, entsprechend der Temperatur ihres Aufenthaltsortes, dem Äquator weit mehr als die oberflächlich lebenden, aber nur eine Art geht über ihn hinaus entlang der Westküste Amerikas bis zum 33° n. B.

Die übrigen Asseln, auch die der Tiefsee, teilen mit Serolis die Eigentümlichkeit, daß sie sich gern in der Nähe des Landes, und wären es nur kleinere Inseln, aufhalten, und es ist charakteristisch, daß der Challenger im centralen und südlichen Teil des atlantischen und im centralen und westlichen Teil des stillen Ozeans keine einzige Isopode angetroffen hat. Die größte Tiefe, in welcher Asseln gefunden wurden, war 2740 Faden. Die typischen Tiefseearten, d. h. die unter 500 Faden vorkommenden, verteilen sich vertikal folgendermaßen:

500	bis 1000	Faden	17	Arten
1000	bis 2000	„	29	„
2000	bis 2740	„	7	„

Die am höchsten entwickelten Krebse (Thoracostraca) zeichnen sich dadurch aus, daß ihre Brustsegmente entweder alle oder doch wenigstens die vorderen mit dem Kopfabschnitte zusammen von einem gemeinsamen Rückenschild überdeckt sind und daß in der Regel ihre Augen auf beweglichen Stielen sitzen.

Die Cumaceen, eine langschwänzige Ordnung der Thorakostraken, bei denen sich bloß die drei vordersten Brustringe mit unter dem Rückenschilde befinden, sind kleine Krebse und wenig zahlreich an Arten. Das auf der Challenger-Expedition erbeutete Material, welches von G. O. Sars bearbeitet wurde, bestand aus 15 Arten, die eine merkwürdige vertikale Verbreitung zeigen; 10 fanden sich von der Oberfläche bis zu 127, 5 von 1240 bis 2050 Faden. Ich habe mich nicht genau über die Lebensweise dieser Tiere unterrichten können, aber es ist mir bei der Länge und der großen Beweglichkeit ihres schlanken Schwanzes sehr wahrscheinlich, daß sie hauptsächlich schwimmend sich bewegen werden, und sie dürften ein ziemlich bedeutendes Sauerstoffbedürfnis haben, dem sie jedoch mit einem verhältnismäßig gering entwickelten Respirationsapparat, — bloß das erste Kieferfußpaar trägt Kiemen, — nur unter günstigen Bedingungen, d. h. in sauerstoffreichem Wasser, vollkommen werden gerecht werden

Digitized by Google

können; daher ſcheint es mir zu kommen, daß ſie in ſo auffallender Weiſe ſauerſtoffärmere Waſſerſchichten vermeiden.

Die Spaltfüßer (Schizopoda), geſtreckte Krebschen mit einem dünnhäutigen, Kopf und ſämtliche Bruſtringe deckenden Rückenſchild, ſowie mit acht Paar geſpaltenen Füßen, zeigen eine bedeutende vertikale Verbreitung. Von den 57 auf der Reiſe des Challenger geſammelten, gleichfalls von G. O. Sars bearbeiteten Arten waren 32 an der Oberfläche des Meeres, 6 von 32 bis 300, 4 von 300 bis 1000, 11 von

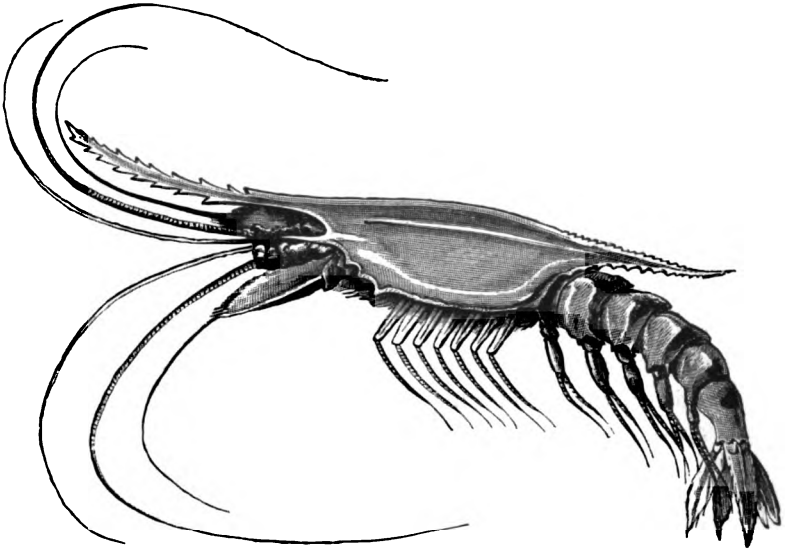


Fig. 87. Gnathophausia zoëa, aus einer Tiefe von 912 Faden. Um $^1/_8$ vergrößert.

1000 bis 2000 und 4 unter 2000 (größte Tiefe 2740!) Faden gefangen. Eine Art hatte ein Vorkommen von 345 bis 2740 Faden. Die Augen der abyſſiſchen Spaltfüßler ſind ſehr verſchieden entwickelt; die Gnathophauſien, (Fig. 87) echte Bewohner der Tiefſee von 250 bis 2200 Faden und dabei mit $^3/_5$ der Arten unter 1000, zeigen gut gebildete Augen, mit dunklem Pigment und normal entwickelten Sehelementen. Bei Chlaraspus alata (1800 Faden) ſind die Augen ſehr klein, bei Boreomysis obtusa (345 bis 2740 Faden) erſcheinen die Sehwerkzeuge normal, bei B. micropa (1250 Faden) klein mit rotem Pigment, bei

Digitized by Google

B. scyphops (1600 bis 1800 Faden) werden ſie rudimentär und ſind ohne Sehelemente. Auch Bentheuphasia amblyops (100 bis 1800 Faden) hat gering entwickelte Sehorgane mit weißlichem Pigment. Eucope australis (1000 bis 1975 Faden) zeigt in dem Baue ihrer Augen eine merkwürdige Geſchlechtsdifferenz: beim Weibchen ſind ſie ſehr klein, mit weißlichem Pigment, beim Männchen erſcheinen ſie größer und dunkel pigmentiert, aber in beiden Geſchlechtern fehlen ihnen beſondere Sehelemente. Die Sehwerkzeuge von Amblyops Crozetii (1600 Faden) ſowie von Pseudomma australe und Sarsii ſind vollkommen degeneriert und zu plattenartigen Bildungen umgeſtaltet. Das Merkwürdige hierbei liegt aber darin, daß die eine Art von Pseudomma (australe) bei 33 Faden, die andere bei 1675 Faden gefangen wurde. Wenn hier nicht durch Zufall ein Irrtum unterlaufen iſt, ſo iſt die Sache ſehr auffallend und ſonderbar und dient, wie überhaupt das Verhalten der Augen der Schizopoden, nicht dazu, uns das Verſtändnis der Entwicklung der Sehorgane der Tiefſeetiere deutlicher zu machen. Berückſichtigung bei Beurteilung dieſer Verhältniſſe verdient es indeſſen, daß manche abyſſiſche Schizopoden Leuchtorgane in Geſtalt über den Extremitäten an den Seiten des Abdomens oder hinter den Augen gelegener phosphoreszierender Flecke und Platten haben.

Es dürften dieſe Tiere eine alte Krebsſippe ſein, dafür ſpricht ihre weite horizontale Verbreitung: Gnathophausia zoëa (Fig. 87) z. B. findet ſich im atlantiſchen und ſtillen Ozean, Euphausia pellucida wurde gleichfalls im ganzen atlantiſchen Ozean von Norwegen an und im ſtillen bis Japan hinauf und außerdem im mittelländiſchen Meere beobachtet.

Die noch übrig bleibende Ordnung der Kruſtentiere, die der Zehnfüßer (Decapoda) iſt die am beſten gekannte, am manigfachſten differenzierte und zugleich zahlreichſte. Ausgezeichnet iſt ſie durch den Beſitz von zehn, am freien Ende teilweiſe ſcherenartig entwickelten Gehfüßen, die manchmal zu ruderartigen Schwimmwerkzeugen ſich umgeſtalten, und durch ein beſonders wohl entwickeltes Rückenſchild, das in der Regel auf der Rückenſeite mit allen Bruſtſegmenten verwachſen iſt.

Der Hinterleib kann von ſehr verſchiedenem Umfange ſein und hat man ſeine Beſchaffenheit hauptſächlich zur Begründung dreier Unterordnungen

Digitized by Google

verwendet: die Langſchwänzer (Macrura) mit ſtarkem Hinterleibe von mindeſtens Vorderleibslänge, die Anomura mit kleinerem und die Krabben (Brachyura) mit ganz kurzem, in eine Furche an der Unterſeite der Bruſt eingeſchlagenem.

Eins der ſchönſten Reſultate, welches die Challenger-Expedition auf dem Gebiet der Carcinologie erzielte, war die Entdeckung der Polycheliden oder, wie ſie nach dem armen von Willemoes-Suhm auch genannt werden, der Willemoeſien. Die Tiere ſind blind, Augen und Augenſtiele fehlen, ihr Rückenſchild iſt flach, niedergedrückt, 4—5 Paar der Gehfüße tragen am Ende Scheren, das erſte Paar iſt bedeutend verlängert. Manche ſind wundervoll durchſichtig und erreichen eine verhältnißmäßig beträchtliche Größe. Willemoesia leptodactyla wird 120 Millimeter lang und das erſte Paar ihrer Gehfüße mißt 155 Millimeter, iſt ſehr ſchlank und trägt am Ende Scheren mit ſehr zarten Blättern. Polycheles crucifer iſt nur den dritten Teil ſo groß, hat kürzere Scheren und iſt nicht nur blind, ſondern an dem Orte, wo bei den verwandten Formen wenigſtens die rudimentären Augen zu ſitzen pflegen, fehlt jede Spur einer für ihre Aufnahme geeigneten Stelle.

Von hervorragendem Intereſſe iſt die Beobachtung Spence Bate's, daß die ausgebildeten, aber noch im Eie befindlichen Foetus der Willemoeſien wohl entwickelte Augen vom normalen Cruſtaceentypus haben. Es tritt hier alſo betreffs des Sehorgans eine jedesmalige individuelle Rückbildung ein, wie bei anderen blinden oder mit nur rudimentären Augen ausgeſtatteten Tieren (Maulwurf, der blinde Fiſch der Mammuthöhle etc.) und wie bei der erwähnten Trilobitengattung Trinucleus.

Die Artzahl der Familie der Polycheliden wurde vom Blake um 5 aus 100—1900 Faden Tiefe der weſtindiſchen Gewäſſer ſtammende Spezies vermehrt, und auch der Talisman fand neue Gattungen und Arten zwiſchen 650 und 700 Faden. Spence Bate bemerkt in der vorläufigen Mitteilung über die Bearbeitung des einſchlagenden Challenger-Materials, Willemoeſien kämen an den tiefſten Ozeanſtellen vor und ſchienen proportional zur Tiefe an Größe zuzunehmen. Sehr merkwürdig iſt es, daß die nächſten Verwandten dieſer Krebsfamilie, die Euryoniden, ſich in juraſiſchen Schichten, im Lias und ganz beſonders im lithographiſchen

Digitized by Google

Schiefer von Solenhofen finden. Es wird behauptet, daß bei den typiſchen Euryonarten, mit Ausnahme einer Spezies, noch nie Augen

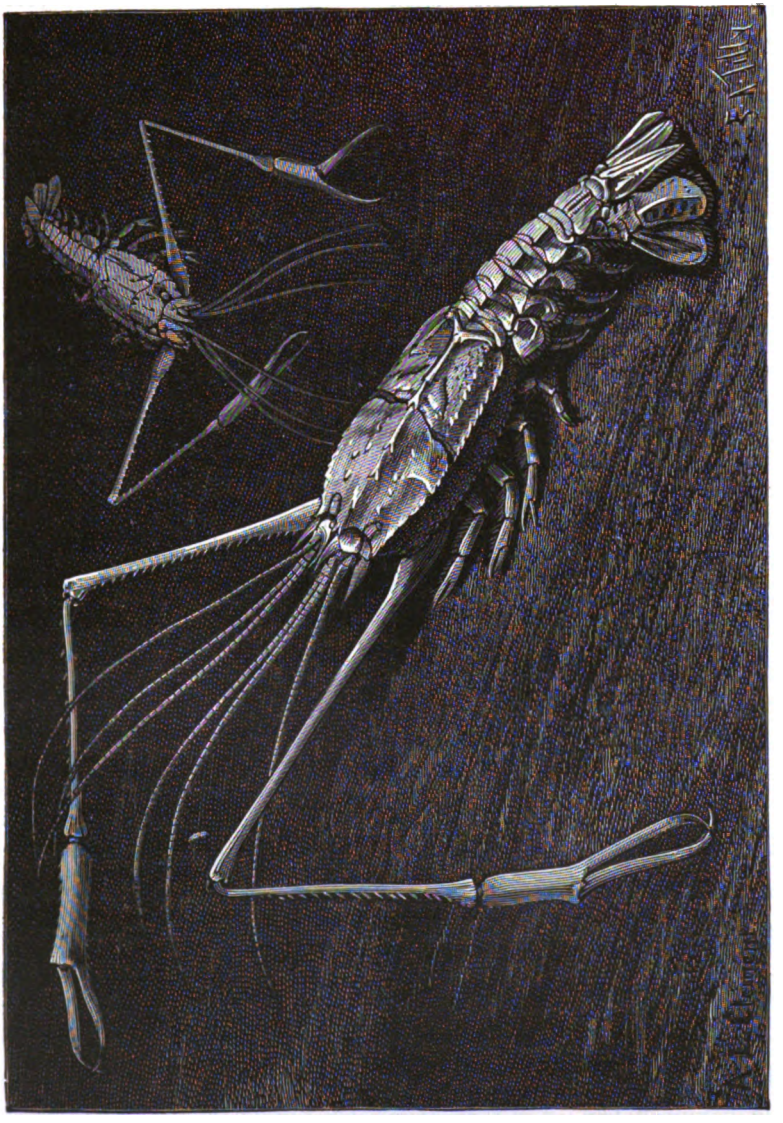


Fig. 88. Pentacheles spinosus, aus einer Tiefe von 1150 Faden an der Küſte von Marokko.

beobachtet ſeien. Es wäre ſehr auffallend wenn dieſe Tiere wirklich

Digitized by Google

blind gewesen sein sollten, denn der Lithographiestein ist mit ziemlicher Sicherheit als eine aus dem „feinen Kalkschlamme einer seichten, vor Brandung und Stürmen geschützten Bucht des Jurameeres“ (Zittel) hervorgegangene Gesteinschicht anzusehen.

Eine andere schöne Entdeckung des Challenger ist eine unserem gewöhnlichen Flußkrebse (Astacus fluviatilis) nahe verwandte Macrurenform (Thaumastocheles f. Astacus zaleuca). Sie hat ein abgeflachtes, nach hinten sich verbreiterndes Abdomen, dessen letztes Segment breiter als das seitlich zusammengedrückte Bruststück ist. Die Scheren sind sehr lang und zart, innen mit zahlreichen spitzen Zähnen besetzt und erinnern lebhaft an die Mandibeln eines chilenischen Hirschkäfers (Chiasognathus Grantii). Auch dieses aus den westindischen Gewässern stammende Tier ist vollkommen blind und Wyville Thomson bemerkt, daß sich am Vorderrande des Kopfbrustschildes an der Stelle, wo sonst bei den Astaciden die Augen zu sitzen pflegen, zwei leere Räume finden, die aussehen, als ob ein Operateur die Augenstiele mit den Augen sorgsam aus ihnen entfernt und den Platz, an welchem sie befindlich gewesen wären, mit einer chitinösen Haut überspannt hätte.

Filhol findet es wahrscheinlich, daß die Tiere, ähnlich etwa wie die Ameisenlöwen, im Schlick eingegraben leben und bloß ihr gewaltiges Zangenpaar aus demselben beutegierig und greifbereit herausstrecken. Das scheint mir wenig glaublich und zwar aus folgenden Gründen: erstens ist die Bedeckung des Körpers fest und hart, wie Wyville Thomson ausdrücklich hervorhebt und das wäre für ein im Schlamm vergraben lebendes Tier etwas sehr Ungewöhnliches. Eine Verwandte von Thaumastocheles, die in den europäischen Meeren vorkommende Callianassa lebt allerdings so, aber sie ist auch auffällig weichhäutig. Zweitens sehen wir außerdem bei dem Tiefseekrebse das zweite, dritte und vierte Segment des Hinterleibs mit feinen Wollhaaren dicht bedeckt, was sich gleichfalls mit einem Schlammbewohner nicht gut reimen will. Mir scheint Agassiz recht zu haben, der auf die zahlreichen Tasthaare an den Gliedmaßen des Tieres aufmerksam machend glaubt, diese würden dem Krebse behilflich sein, wenn er, wie jeder Blinde, seinen Weg tastend sucht.

Digitized by Google

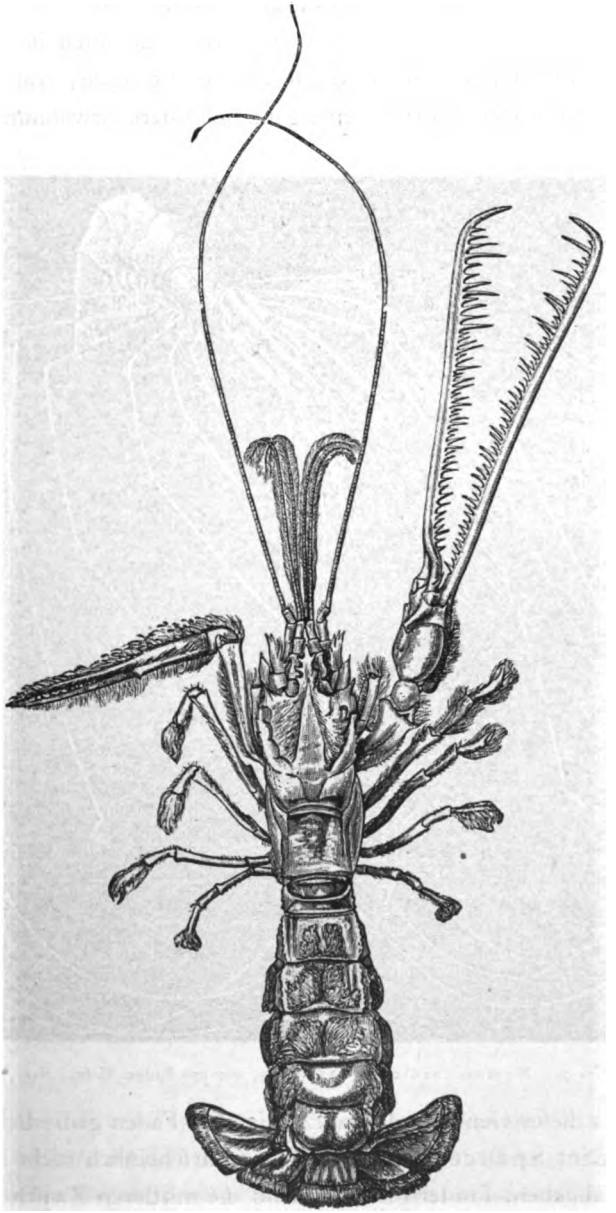


Fig. 89. Thaumastocheles zaleuca. Nat. Gr.

Digitized by Google

Die in allen Meeren durch zahlreiche Arten und Individuen vertretene Familie der Garneelen (Caridídae) hat auch in der Tiefſee eine Reihe intereſſanter und charakteriſtiſcher Vertreter, von denen das Geſchlecht Nematocarcinus eine ganz beſondere Erwähnung verdient.

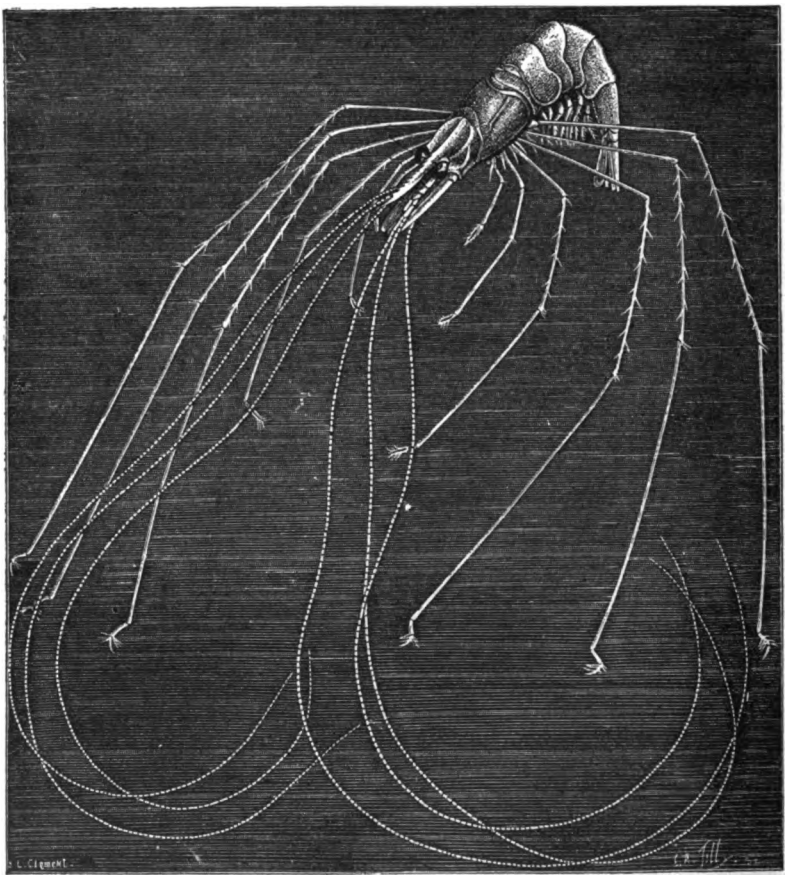


Fig. 90. Nematocarcinus gracilipes, aus 470 Faden Tiefe. Nat. Gr.

Die Spezies dieſes Genus ſind von 225 bis 3000 Faden gedredſcht worden, indeſſen meint Spence Bate, daß ſie wahrſcheinlich nicht in ſo große Tiefen hinabgehen, ſondern ſchwimmend die mittleren Zwiſchenſchichten des Meeres bewohnen. Er betont ausdrücklich, daß es durchaus wün-

Digitized by Google

ſchenswert, ja notwendig ſei, bevor man die relative bathymetriſche Verbreitung der Kruſtentiere beſtimmen könne, den Ozean in verſchiedenen Tiefen zu durchfiſchen, ohne daß man Gefahr laufen muß, Formen aus andern als den beſtimmten und gewünſchten Tiefen beim Heraufholen der Netze mit zu fangen. Wir haben weiter oben geſehen, daſs man jetzt angefangen hat, geeignete, dieſe Gefahr ausſchließende Netze zu konſtruieren. Was aber ſpeziell die Arten von Nematocarcinus betrifft, ſo ſcheinen ſie ſich doch, wie Agaſſiz mit Recht bemerkt, auf ein Leben am Boden angepaßt zu haben. Verſchiedene Arten (z. B. N.

Fig. 91. Hapalopoda investigator, aus 1040 Faden Tiefe. Nat. Gr.

gracilipes Fig. 90) wurden nach der Challenger-Expedition ſowohl von den Franzoſen bei 470 Faden als von A. Agaſſiz in den weſtindiſchen Gewäſſern bei 500—1400 Faden gedredſcht. Die Tiere haben außerordentlich große, zarte Antennen von drei bis vierfacher Körperlänge und die teilweiſe mehr als körperlangen Beine ſind am Fußende mit Büſcheln feiner Borſten beſetzt. So beherrſcht das Tier, wenn es auf ſeinen Beinen ruht, eine bedeutende Fläche, auf welche ſeine Laſt ſich verteilt. Iſt nun der Boden weicher Schlamm, ſo wird es viel weniger Gefahr laufen einzuſinken, als wenn es kurze, nahe bei einander ſtehende Beine hätte, und

Digitized by Google

die Endbüſchel mögen auch das Ihrige dazu beitragen, ein ſolches Einſinken zu verringern. Die gewaltigen Antennen werden die von etwa

Fig. 92. Galathodes Antonii.

ſich nahenden Feinden herrührenden Erſchütterungen des Waſſers aus relativ bedeutender Entfernung wahrnehmen und die Tiere zeitig genug

Digitized by Google

warnen, daß ſie ſich in Sicherheit bringen können. Auch Hapalopoda investigator (Fig. 91) aus 1040 Faden beſitzt mächtig entwickelte Antennen und ſeine drei hinterſten Gehbeinpaare ſind bedeutend verlängert, laufen aber, anſtatt mit Borſten beſetzt zu ſein, in eine Reihe feiner Glieder, wie ſie ähnlich die Antennen zuſammenſetzen, aus. Der prächtige, durchſichtige von Chun im Mittelmeer bei 440 bis 650 Faden mit dem Schließnetz gefangene Sergestes magnificus hat bei einer Körperlänge von 38 mm äußere Antennen, die 115 mm meſſen, und dieſelben ſind, offenbar zur Vermehrung des Empfindungsvermögens in der untern Hälfte mit zarten Borſten an beiden Seiten beſetzt, welche ihrerſeits wieder äußerſt zarte Wimperchen tragen.

Die zehnfüßigen Krebſe mit mittellangem Schwanze (Anomuren) finden ſich bis gegen 2400 Faden Tiefe und die Galatheen und Bernhardkrebſe (Paguriden) gehen am tiefſten. Bei den abyſſiſchen Formen der erſteren Familie ſind nach den Beobachtungen von J. R. Henderſon die Augen faſt ausnahmslos ohne Pigment und offenbar leiſtungsunfähig, unter Umſtänden iſt ſogar der Augenſtiel zu einem Dorn verlängert, an deſſen Ende nur noch ein Reſt der gewölbten Hornhaut ſich befindet. Galathodes Antonii (Fig. 92), welche während der Expedition des Talisman bei 2400 Faden gefunden wurde, hat gleichfalls atrophierte Augen, aber dafür als Sitz ſtellvertretender Taſtorgane bedeutend vergrößerte Antennen. Eine verwandte bei 510 Faden gefangene Form (Pachygaster formosus, Fig. 93) hat hingegen wohl entwickelte Augen, aber kurze Antennen. Ihr erſtes Beinpaar iſt außerordentlich verlängert, und ſie wird jedenfalls mittels derſelben in Felslöchern oder im Schlamme nach Beute herumſtochern und wühlen.

Die Tiefſee hat während der verſchiedenen Expeditionen eine Reihe ganz beſonders intereſſanter neuer Thatſachen aus der Naturgeſchichte der Bernhardkrebſe geliefert. Zunächſt konnte konſtatiert werden, daß der eigentümliche ſymbiotiſche Prozeß, der, wie früher erwähnt, zwiſchen Seeanemonen und Paguriden herrſcht, mit dieſen beiden ſo verſchiedenen Tiergruppen in der Tiefſee noch bis über 3000 Faden ſtattfindet, wo Pagurus abyssorum (Fig. 94) gefunden wurde.

Die meiſten Eremitkrebſe leben bekanntlich in den hinterlaſſenen

Digitized by Google

Gehäuſen abgeſtorbener Schnecken, in welche ſie mit dem Hinterende voran hineinſchlüpfen. Infolge dieſer Gewohnheit ſind mit ihrem Körper

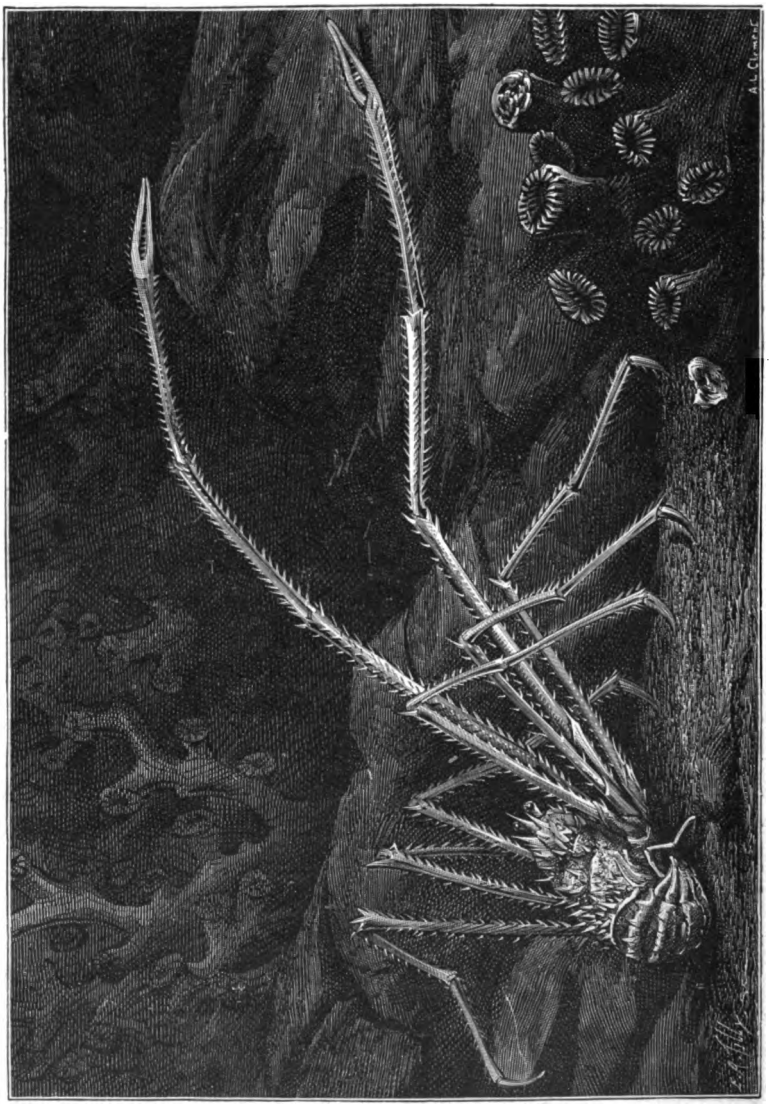


Fig. 93. Pachygaster formosus.

allerlei ſeltſame Veränderungen vor ſich gegangen. Zunächſt iſt derſelbe aſymmetriſch geworden, indem der runde Hinterleib entſprechend der

Digitized by Google

ſpiraligen Windung des Schneckenhauſes ſeitwärts gekrümmt iſt. Meiſt zeigen auch die Scheren eine ungleichartige Entwicklung und das Tier benutzt, wenn es beunruhigt ſich ſo tief als möglich in ſeine Wohnung zurückzieht, die ſtärkere als eine Art Hausthür, mittels welcher es, indem es das Scherenende quer vorlegt, den Eingang verſchließt. Am Hinterleibe haben ſich die Endfloſſen, oft auch die ſeitlichen kleinen Anhänge der Segmente zu ſchräg nach außen gekrümmten Haken verändert, mittels welcher der Krebs ſich in dem Gewinde der Schneckenſchale vortrefflich feſtzuhalten verſteht, ſodaß man ihn unter Umſtänden eher in Stücke zerreißt, als unverletzt aus den Gehäuſe herausziehen kann. Infolge der Gewohnheit, ein feſtes fremdes Gebilde als Rock um ſich zu tragen, iſt bei ihnen der eigene Panzer im Laufe der Generationen ſozu-

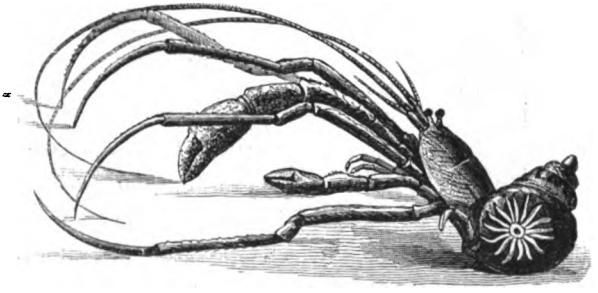


Fig. 94. Pagurus abyssorum.

ſagen außer Übung gekommen, — die urſprünglich feſte eigene Körperbedeckung iſt weichhäutig geworden.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Paguriden von ſymmetriſchen Ahnen abſtammen und wir wiſſen, daß ſie unter Umſtänden wieder zur Symmetrie zurückkehren können. Solche Umſtände finden ſich aber auf dem Boden der Tiefſee. Hier ſind die Schalen abgeſtorbener Schnecken eine ſo große Seltenheit, daß unſere Krebſe, wenn ſie dort überhaupt hauſen wollen, gezwungen ſind, ihre Lebensgewohnheiten mehr oder weniger zu ändern. Das haben ſie in verſchiedener Art gethan. Die einen haben ſich an ein freies Leben zurück angepaßt und das dürfte der Fall bei der von Challenger im ſüdlichen ſtillen Ozean bei 2375 Faden Tiefe aufgefundenen Tylaspis anomala ſein, die ein

Digitized by Google

feſtes Bruſtſchild erhalten hat und deren Hinterleib, wenn er auch nicht feſt bepanzert iſt, ſo doch dadurch weit geſchützter erſcheint, daß er ſich ganz außerordentlich verkürzt hat, dabei iſt er völlig unſegmentiert und ſeine Endanhänge ſind wohl entwickelt und ſymmetriſch. In den weſtindiſchen Gewäſſern entdeckte der Blake eine andere Form (Pylocheles Agassizii), welche, wahrſcheinlich ſelbſtverfertigte, gerade Röhren in Klumpen zuſammengebackenen Sandes bewohnte und dieſelben ganz ausfüllte und nach Art der gewöhnlichen Bernhardkrebſe vorn mit ihren Scheeren verſchloß. Infolge der geraden Richtung der Wohnung aber, war der Hinterleib völlig ſymmetriſch entwickelt.

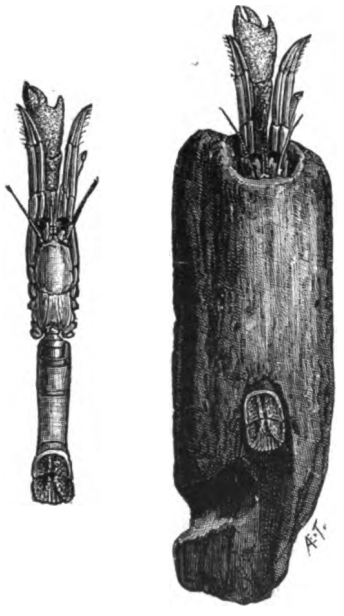


Fig. 95. Xylopagurus rectus, rechts in ſeinem Holzköcher, links frei.

Die intereſſanteſte Paguridenart iſt indeſſen Xylopagurus rectus (Figur 95). Sie bewohnt in einer Tiefe von 300 bis 400 Faden gerade, wohl auch ſelbſt angelegte, an beiden Enden offene Röhren in Holzſtücken oder hohle Stengelteile von Bambus, in welche ſie nicht, wie die andern Paguriden, mit dem Hinterteile, ſondern mit dem Kopf voran hineinſchlüpft. Ihr geſchützter Leib iſt ſymmetriſch, aber infolge der Wohnſtätte weichhäutig bis auf das hinterſte Ende. Dieſes iſt in der Röhre von hintenher etwaigen Feinden erreichbar, um aber fatalen Eventualitäten zu entgehen, iſt es verbreitert und mit feſten Platten gepanzert.

Die den Krabben am nächſten ſtehende Familie der Anomuren iſt die der Lithodiden, welche gleichfalls auffallende Vertreter in der Tiefſeefauna hat. Da iſt zunächſt die vom Blake aufgefundene, in Tiefen von 450 bis 800 Faden vorkommende Lithodes Agassizii, ein Geſchöpf von relativ gigantiſchen Verhältniſſen, da ſein Rückenſchild 7 Zoll lang und 6 Zoll breit iſt. Die ganze Oberſeite des Tieres bis auf die Glied-

Digitized by Google

maßen iſt nach Agaſſiz bedeckt mit nadelartigen Dornen von ſolcher Schärfe, daß ſehr große Vorſicht beim Anfaſſen der toten Exem-

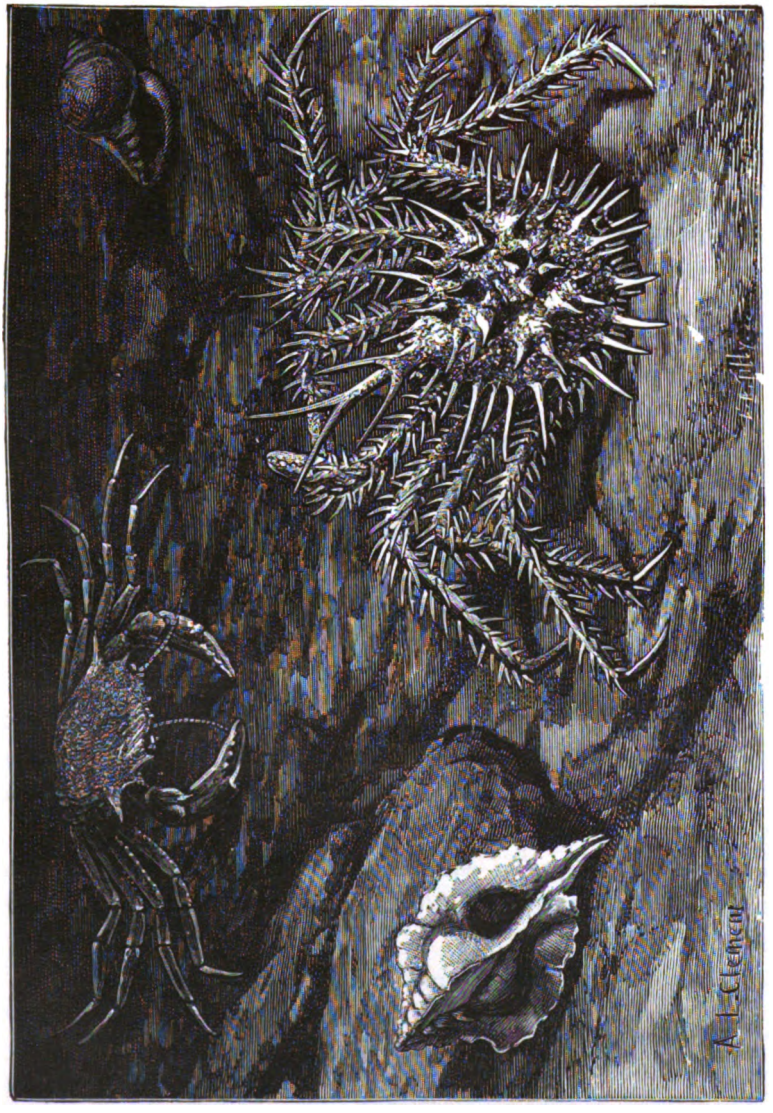


Fig. 96. Lithodes ferox.

plare nötig iſt, wenn man nicht blutige Verletzungen der Hand davon tragen will. „Wenn man“, bemerkt Agaſſiz, „die bekannte Raufluſt der

Digitized by Google

Krabben berückſichtigt, ſo muß dieſes Tier unter ſeinen Klaſſengenoſſen ein furchtbarer Feind ſein". Auch die Franzoſen machten auf der Talisman-Reiſe die Erfahrung, daß man ſich an einer anderen Art (Lithodes ferox, Fig. 96) aus ca. 500 Faden Tiefe bei leichtſinniger Berührung jämmerlich die Finger zerſtäche.

Eine weit harmloſere, nur mit Borſten dicht bedeckte, verwandte Art (Dicranodromia Mahyeuxii, Fig. 97) von geringer Größe findet ſich im mittelländiſchen Meere und in den nördlichen Teilen des weſtlichen atlantiſchen Ozeans.

Die zahlreichſte Familie der zehnfüßigen Krebſe, die der kurzſchwänzigen oder Krabben (Brachyura) zählt nur ſehr wenig Arten in der Tiefſee, und auch dieſe erreichen keine ſehr bedeutende Tiefe. Die Krabben ſind der modernſte Zweig des Dekapodenſtammes, der ſich in ſeiner Geſtalt, abgeſehen von einzelnen mit Ruderfüßen ausgeſtatteten Schwimmformen, hauptſächlich an ein Leben unmittelbar an den Küſten angepaßt hat, welche er namentlich unter den Tropen in zahlreichen Arten und Individuen bevölkert.

Fig. 97. Dicranodromia Mahyeuxii aus der Bai von Biscaya, 650 Faden, $^{4}/_{1}$ nat. Größe.

Die Zahlen der Spezies, welche die Challenger-Expedition auffand, ſind nach ihrer bathymetriſchen Verteilung vom höchſten Intereſſe. Es fanden ſich

zwiſchen	0	und	20	Faden	190
„	20	„	100	„	71
„	100	„	200	„	28
„	200	„	500	„	21
„	500	„	1000	„	3
„	1000	„	2000	„	2

Digitized by Google

Bei 345 Faden kam an der japaniſchen Küſte die bekannte Rieſenkrabbe (Macrocheira Kämpferi) vor, ein Koloß, der von Scherenſpitze zu Scherenſpitze bis zu 3 m klaftern kann.

Die größte Tiefe wird von einigen Ethusa-Arten erreicht, über deren nach und nach mit zunehmender Tiefe auftretende Entartung der Augen wir früher ſchon zu ſprechen Gelegenheit hatten. Etwas Ähnliches ſcheint bei einer von A. Milne Edwards unter dem Namen Bathyplax typhlus beſchriebenen Form vorzukommen, welche vom Challenger bei 400 Faden mit kleinen Augenſtielen, welche am Ende eine beſondere kleine Hornhaut hatten, gedredſcht und von Miers als Varietät oculiferus beſchrieben wurde. Unſere Fig. 98 zeigt uns drei Arten Arten von Tiefſeekrabben: im Vordergrunde Amathia (Scyramathia) Carpenteri, welche auf der Porcupine-Expedition bei 385 Faden gefangen wurde, ausgezeichnet durch einen gablig in zwei ſpitze Hörner auslaufenden Stirnfortſatz. Ihm nahe verwandt iſt der im Hintergrunde des Bildes, rechts an der Erde ſitzende Ergasticus Clouei. Links oben kommt ein anderes Beuteſtück des Porcupine angekrochen, der zierliche Dorynchus (Lyspognathus) Thomsoni. Später wurde dieſe letztere Art auch vom Talisman an der marokkaniſchen Küſte bei Tiefen von 330 bis 660 Faden beobachtet, und der Challenger fand ſie an der Spitze Südafrikas, ja bis Sydney hinunter.

Die Klaſſe der Spinntiere iſt in der Tiefſee durch eine kleine, aber ſehr originelle Ordnung, durch die Krabbenſpinnen (Pycnogoniden) vertreten.

Die Pycnogoniden haben einen kleinen Körper, der aus einem vierringligen Kopfbruſtſtück beſteht, aber nur ein ganz rudimentäres Abdomen beſitzt. Am Maule findet ſich ein kegelförmiger Rüſſel. Die größte Maſſe ihres Leibes beſteht aus Beinen, weshalb man ihnen auch den Namen „Pantopoden“, d. h. Geſchöpfe, an denen alles Bein iſt, gegeben hat. Es ſind langſame, gravitätiſch ſich bewegende Tiere von meiſt geringer Größe mit 4 Paar ſehr langer, ſchlanker eigentlicher und einem Paar acceſſoriſcher Beine.

Während die früher ausſchließlich gekannten Formen des ſeichten

Digitized by Google

Waſſers nur klein ſind, haben wir durch die modernen Tiefſeeforſchungen wahre Rieſen kennen gelernt, ſo von der Weſtküſte Nordamerikas aus

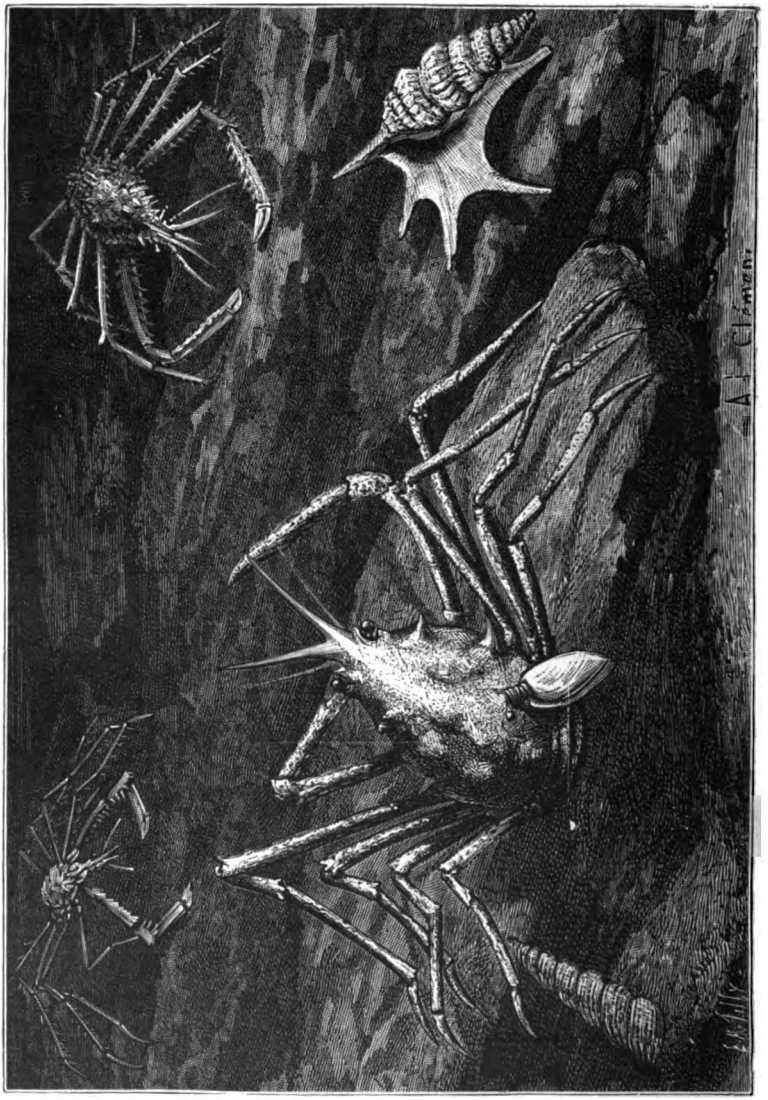


Fig. 98. Links vom Scyramathia Carpenteri mit einer angehefteten Lepadide auf dem Rücken, im Hintergrunde rechts Ergasticus Clouei, links Lyspognathus Thomsoni.

einer Tiefe von 500 bis 1500 Faden Colossendeis colossea, bei der die Spitzen des vierten Beinpaares faſt zwei Fuß auseinanderliegen,

Digitized by Google

während freilich der eigentliche Körper nur wenige Millimeter breit iſt. Auch die Franzoſen entdeckten auf der Reiſe des Talisman anſehnliche

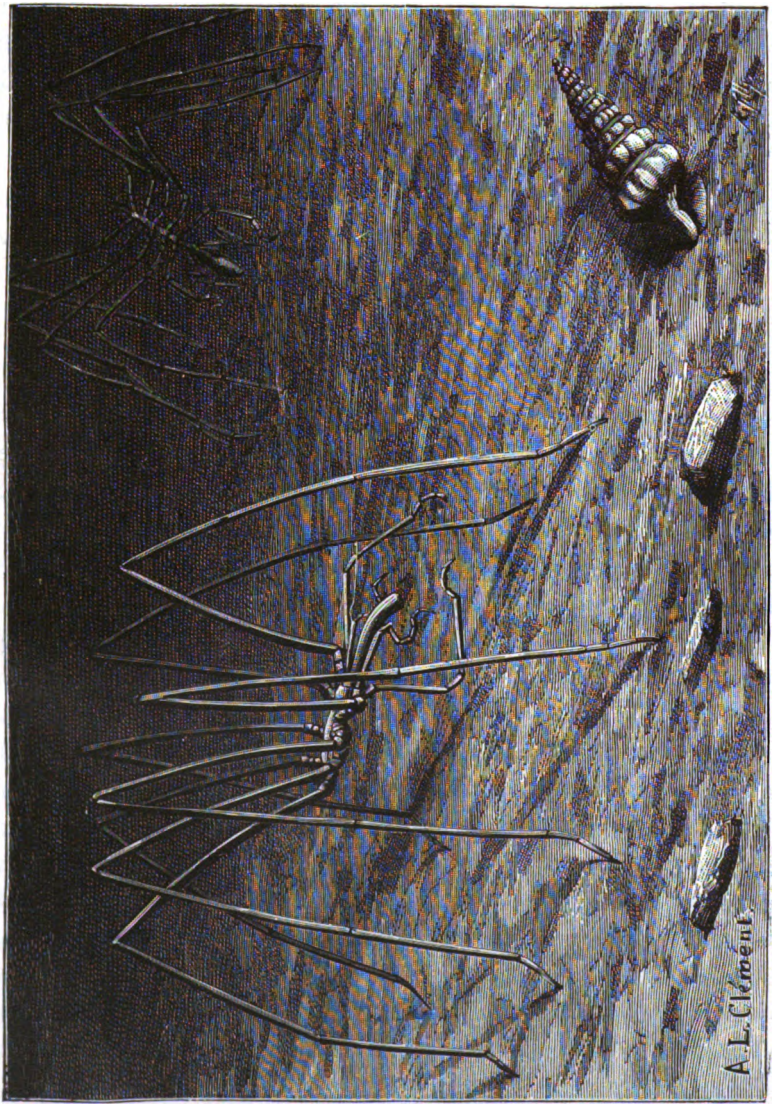


Fig. 99. Colossendeis arcuata, 820 Faden Tiefe

Formen, wie z. B. Colossendeis arcuata (Fig. 99) in einer Tiefe von 820 Faden. Mit ihren langen Beinen werden die Tiere ähnlich ſtelzend

Digitized by Google

umherwandern wie unſere gewöhnlichen Wandkanker oder Weberknechte und wie es in unſerer Figur abgebildet iſt.

Nach Hoek beträgt die Zahl der Arten des von ihm bearbeiteten Challenger-Materials 42, von denen 33 neu waren, reſp. zu gleicher Zeit mit ihm von dem amerikaniſchen Profeſſor E. B. Wilſon nach Exemplaren von der Weſtküſte der Vereinigten Staaten beſchrieben wurden. Hoek konſtatiert, daß die Tiefſeefauna wohl eigene Spezies, aber keine eigenen Gattungen enthält. Es verteilen ſich in verſchiedenen Regionen der Tiefſee die Arten folgendermaßen:

500	bis	1000	Faden	8	Arten
1000	„	1500	„	8	„
1500	„	2000	„	8	„
2000	„	2650	„	4	„

Manche Spezies haben eine große vertikale Verbreitung, z. B. Colossendeis leptorhynchus von 400 bis 1600 Faden; ſie iſt daher in der Tabelle dreimal mitgerechnet. Im allgemeinen ſcheinen auch die Pycnogoniden dem ſehr häufig ſich geltend machenden Geſetze zu folgen, daß nämlich Arten von Seetieren, abgeſehen natürlich von rein pelagiſchen, die eine weite horizontale Verbreitung haben, auch in vertikaler Richtung in ſehr verſchiedenen Tiefen gefunden werden.

Was die Färbung der Gliedertiere der Tiefſee angeht, ſo ſcheint unter den Dekapoden die rote, braune und violette von Hellroſa bis tief Anilinviolett und Dunkelbraun vorzuherrſchen, wie überhaupt auch für die in ſeichterem Waſſer, in ſüßem und auf dem Lande lebenden Formen Rot die eigentliche Grundfarbe iſt, welche im Leben durch eigenartige, grüne, blaue bis ſchwarze Pigmente maskiert wird, nach dem Tode aber bekanntlich hervortritt. Daneben finden ſich und namentlich unter den niederen Krebſen weißlichgelbe bis durchſichtige Formen. Lebhafte Zeichnungen, wie ſie beſonders die Krabben in ſeichtem Waſſer oft ſo überaus bunt erſcheinen laſſen, dürften bei den Tiefſeekruſtaceen ſehr ſelten zu finden ſein. Die Pycnogoniden ſind gelb bis braun, am dunkelſten iſt Nymphon fuscum.

Digitized by Google

Zehntes Kapitel.

Die Mollusken und Tunicaten.

Die Mollusken oder Weichtiere haben einen weichen Leib ohne inneres Skelett, an welchem äußerlich fast immer jede Spur einer metameren Gliederung verwischt ist und wo ja eine solche, wie bei den Käferschnecken oder Chitonen, auftritt, dürfte sie wohl das Resultat einer neuen Anpassung, aber nichts von gegliederten Vorfahren Ererbtes sein. Auch in der inneren Organisation lassen sich, was G. Cattaneo versucht hat, die Reste einer alten Segmentierung doch nur schwer und gezwungen nachweisen. Auch die ursprünglich typische bilaterale Symmetrie schwindet häufig durch sekundäre Anpassungen. Am Körper der Weichtiere finden sich niemals gegliederte Fortsätze, aber die Wandung des Körperschlauches bildet auf der Bauchseite eine muskulöse Verdickung, den Fuß, oberhalb dessen sich meist um den Sack der Eingeweide herum eine Hautduplikatur, der Mantel, entwickelt. Dieser scheidet in der Regel auf der Oberfläche eine einfache kegelförmige, aber fast immer spiralig aufgerollte oder eine doppelte, bewegliche, zweiklappige Schale ab.

Die große Schar der Weichtiere wird in vier Klassen eingeteilt: in die der Muscheln oder Lamellibranchiaten, Zahnschnecken oder Scaphopoden, Bauchfüßer oder Gastropoden und in die der Kopffüßer oder Cephalopoden.

Die Muscheln (Lamellibranchiata) sind wenigstens äußerlich meist streng bilateral-symmetrisch, seitlich zusammengedrückt, haben keinen Kopf, keine besonders differenzierten Kau- und Freßwerkzeuge. Ihr Mantel zerlegt sich in zwei seitliche Hälften, deren jede eine auf dem Rücken durch Bandmasse, oft auch durch eine Art Charnier (Schloß) mit ihrem Pendant verbundene Schale absondert. Der Fuß ist nicht abgeflacht, sondern hat meist einen scharfen medianen, etwas nach vorn ausgezogenen Rand und etwa die Gestalt eines Beiles.

Noch 1873 schrieb Wyville Thomson von den Lamellibranchiaten der Tiefsee: „Über diese Gruppe wissen wir bis jetzt nur sehr wenig. Wie die Echinodermen scheinen sie besonderer Art (special) zu sein und eine weite Verbreitung zu haben.“ Nun, ein Teil dieser Ver-

Digitized by Google

mutung hat ſich leider nicht bewahrheitet, die Muſchelfauna der Tiefſee iſt nichts weniger als außerordentlich und zeigt keine weſentlichen ſpeziellen Eigentümlichkeiten. Edgar A. Smith, der Bearbeiter des einſchlagenden vom Challenger eingeheimſten Materials, bemerkt, dieſes Material habe keineswegs den Erwartungen, die man mit Rückſicht auf ſeine wahrſcheinliche Qualität und Quantität von vornherein haben zu dürfen glaubte, entſprochen. Selbſt unter den wenigen, in Tiefen von mehr als 2000 Faden gedredſchten Formen konnte er keine finden, die er nicht auch bei 200 Faden und weniger Tiefe erwartet hätte, bloß ein einziges neues Genus war unter den gegen fünfhundert zählenden Arten.

Wenn man dieſe Dürftigkeit mit dem Reichtume der Tiefſee an zum Teil ſo ſehr originellen Radiolarien, Foraminiferen, Spongien, Echinodermen, Krebſen, Fiſchen u. ſ. w. vergleicht, ſo iſt ſie auffallend genug, hat aber ihre natürlichen Urſachen, von denen die folgenden einige ſein mögen: in erſter Linie die Kalkarmut der größten ozeaniſchen Tiefen. Wie dieſelbe die Korallen nötigt, ihre Schalen, nach dem früher Mitgeteilten, mit einem möglichſt geringen Aufwande von Material herzuſtellen, die Kalkſchwämme nicht aufkommen läßt und den Foraminiferen Sandgehäuſe angezüchtet hat, ſo zwingt ſie auch die Mollusken mit teilweiſe äußerſt zarten, wie Glimmerblättchen dünnen Schalen zufrieden zu ſein, was, wie ſcheint, bei weitem die wenigſten vermögen. Dann fehlt es in den ungeheuer tiefen Gründen, welche der Globigerinen- und Radiolarienſchlick oder der rote Thon alle ſchroffen Untiefen ausgleichend mit einer gleichmäßigen Decke überzieht, an Felſen und Geſtein, auf und an welchen ſich feſſile Arten, wie die Auſtern, Anomien, Tridacnen u. a. m. niederlaſſen könnten, und wir ſehen in der That, daß, wie Agaſſiz hervorhebt, die Gattungen mit verhältnismäßig freier Beweglichkeit vorherrſchend ſind. Auch mag die entſprechende Nahrung für dieſe Tiere in jenen Tiefen nicht in genügender Menge vorhanden ſein, denn wenn auch die Lamellibranchiaten von allerlei organiſchem Detritus ſich ernähren, wie die Spongien, Crinoiden, Holothurien und manche Ringelwürmer, ſo iſt damit noch lange nicht geſagt, daß dieſelbe Art von Detritus nun auch allen dieſen Tierformen mundgerecht iſt. Mit den mißlichen Exiſtenzbedingungen mag es wohl

Digitized by Google

auch zuſammenhängen, daß die Muſcheln, umgekehrt wie die Aſſeln, mit zunehmender Tiefe immer kleiner werden.

Die folgende Liſte, in welcher ich die Verbreitung der vom Challenger geſammelten Formen nach den Tiefen zuſammgeſtellt habe, ſcheint mir recht lehrreich zu ſein.

Überſicht der vertikalen Verbreitung der vom Challenger geſammelte Lamellibranchiaten.

Namen der Familien	Tiefen in Faden					Namen der abyſſiſchen Gattungen
	0 | 500	500 | 1000	1000 | 1500	1500 | 2000	2000 | 3000	
Pholadidae	4	—	—	—	—	
Myidae	32	7	—	2	1	Neaera von 150 bis 2900. Meiſte Arten abyſſiſch.
Anatinidae	17	1	—	4	—	Lyonsiella und Silenia bis 1900.
Saxicolidae	8	2	—	—	—	
Scrobiculariadae	8	1	1	—	1	Semele profundorum 2900.
Tellinidae	31	—	—	—	—	Meiſt bis 20, eine bis 450.
Donacidae	3	—	—	—	—	
Veneridae	57	1	—	—	—	Meiſt bis 20, 5 bis 450, Venus mesodesma 1000.
Isocardidae	—	—	1	—	2	Callocardia atlantica 1000, Adamsii 2450, pacifica 2900.
Cardidae	16	—	—	—	—	
Verticordidae	4	—	1	1	—	Verticordia tornata 1800.
Tridacnidae	34	1	1	1	—	Cryptodon Moseleyi 1900.
Ungulidae	9	—	—	—	—	
Kellidae	10	1	—	—	—	
Solemyidae	1	—	—	—	—	
Astartidae	17	—	—	—	—	
Crassatellidae	4	—	—	—	—	
Trigoniidae	33	8	1	2	6	Nuculabis 2050, Sarepta 2385, Malletia 2550, Goldia 2900 Leda 2950.
Arcidae	35	2	2	2	6	Arca von 2 bis 2900 Faden.
Juliidae	1	—	—	—	—	
Mytilidae	23	2	1	1	—	Modiolaria von 2 bis 1672.
Pinnidae	1	—	—	—	—	
Aviculidae	6	—	—	—	—	
Spondylidae	5	—	—	—	—	
Limidae	13	2	1	—	1	Lima von 2 bis 2500.
Pectinidae	33	4	3	1	—	Pecten von 2 bis 1400, Amussium 1800.
Ostreidae	1	—	—	—	—	
Anomiidae	2	—	—	—	—	

Digitized by Google

Es haben alſo alle gefundenen 28 Familien zwiſchen der Gezeitenlinie und 500 Faden Vertreter und zwar die meiſten zahlreiche, und dieſe ſelbſt finden ſich innerhalb dieſer Zonen wieder in einer mit den Tiefen abnehmenden Menge: bei ungefähr 20, 35, 100 Faden ſind Grenzen der Verbreitung. Zwiſchen 500 und 1000 Faden treten nur noch 12, zwiſchen 1001 und 1500 ſowie zwiſchen 1501 und 2000 je 8, und zwiſchen 2000 und 3000 Faden nur noch 5 Familien auf.

Mancherlei Intereſſantes bieten die Verhältniſſe der Verbreitung der Tiefſeemuſcheln in der horizontalen Richtung. Einige haben ein merkwürdig großes Gebiet des Vorkommens: ſo wurde Limopsis pelagica in der Mitte des atlantiſchen Ozeans bei 1850 und an der japaniſchen Küſte bei 345 Faden gefunden, Semele profundorum iſt bei den Kanaren in einer Tiefe von 1125 und im mittleren nördlichen ſtillen Ozean von 2900 Faden vertreten. Kellia suborbicularis wird an der engliſchen Küſte und in der Nähe von Kerguelenland beobachtet, Arca pteroessa bei den Azoren, in Weſtindien und in der Mitte des nördlichen ſtillen Ozeans.

Die Anſicht, daß Tierformen, welche in arktiſchen Gegenden in geringeren Tiefen des Meeres hauſen, nach Süden hin entſprechend den Temperaturverhältniſſen tiefer und tiefer gehen, ſcheint bei manchen Tiefſee-Lamellibranchiaten Beſtätigung zu finden, ſo z. B. bei Lima subovata, welche zwiſchen den Faröer und Shetland bei 125, von den Faröer bis zu den Hebriden bei 522, an der Weſtküſte Irlands bei 664 bis 1443 Faden vorkommt und bei den Azoren nicht oberhalb 1000 Faden gefunden wurde. Bei vielen anderen liegt aber die Sache merkwürdig anders. Amussium lucidum wurde weſtlich von Irland bei 1450, bei den Azoren bei 1000 und im Golf von Mexiko bei 156 Faden gedredſcht. Leda pusio bewohnt im nordatlantiſchen Ozean die Meerestiefen zwiſchen 1180 und 1750, in der Bai von Biscaya aber zwiſchen 257 und 994 Faden, Leda pustulosa wurde in den nördlichen Gewäſſern bei 220 bis 1420, aber gleichfalls in der Bai von Biscaya bei 202 bis 740 Faden beobachtet und Dacrydium vitreum, das im atlantiſchen Ozean von 164 bis 1095 Faden vorkommt, findet ſich im Mittelmeere zwiſchen 30 und 60 Faden. In der Verbreitung von Malletia cunneata können wir

Digitized by Google

ſogar feſtſtellen, daß umgekehrt die tiefſte Stelle des bekannten Vorkommens (Davis-Straße 1750 Faden), die nördlichſte, die des höchſten (Bai von Biscaya 718 bis 1095 Faden) die ſüdlichſte iſt und bei Irland findet ſie ſich, ziemlich genau entſprechend ihrer Entfernung von dieſen Punkten zwiſchen 1215 und 1443 Faden. Manche Formen, welche jetzt der Tiefe des atlantiſchen Ozeans angehören (Leda pusio, pustulosa, excisia u. a. m.) werden foſſil in den oberſten tertiären und in den quaternären Schichten Italiens und Siziliens beobachtet.

Alle dieſe Thatſachen ſcheinen mir für eine Theorie Wyville Thomſons, die er gegen die Anſichten von Gweyn Jeffreys vertritt, recht wohl zu ſprechen. Dieſer hervorragende Conchyliologe nimmt an, die Molluskenfauna des tieferen atlantiſchen Ozeans entlang der europäiſchen Weſtküſte ſei nördlichen Urſprungs und gewiſſermaßen im langſamen Vordringen begriffen, wobei einige Formen bereits ihren Weg in das mittelländiſche Meer gefunden hätten. Er betont namentlich auch, daß dieſelben Arten in dem arktiſchen oder ſubarktiſchen flacheren Meeresteil weit zahlreicher, größer und überhaupt beſſer entwickelt ſeien als in den größeren Tiefen der ſüdlichen Gewäſſer und ſieht in den letzteren gewiſſermaßen ein Vordringen degenerierter Nachkommen der nördlichen Stammraſſe.

Wyville Thomſon hingegen iſt der nach meiner Meinung einzig richtigen Anſicht, daß dieſe boreale Fauna jetzt im langſamen Zurückweichen nach dem Nordpole zu begriffen ſei, nachdem ſie einſt am Ende der Tertiärepoche während der Eiszeit eine weitgehende Invaſion nach Süden gemacht hatte. Nur ſo iſt das Vorkommen nördlicher Formen als foſſil in den tertiären und quaternären Straten Italiens zu erklären. Einzelne Arten wie Dacrydium vitreum mögen eine ſchmiegſamere Natur haben und vermochten ſich nach dem Rückzug der glazialen Epoche zu halten und vielleicht bietet die Bai von Biscaya innerhalb der erwähnten Tiefengrenzen den borealen Mollusken beſonders günſtige Lebensbedingungen. Ich habe in der mir zugänglichen Litteratur nirgends Angaben über die Temperaturverteilungen in dieſer Region des atlantiſchen Ozeans gefunden. Die Erſcheinung, daß boreale Weichtierformen des Meeres im Süden kleiner werden als im Nor-

Digitized by Google

den erklärt Wyville Thomſon als die Folge davon, daß ſie dort gezwungen ſind, im allgemeinen in größeren Tiefen zu wohnen, wodurch,

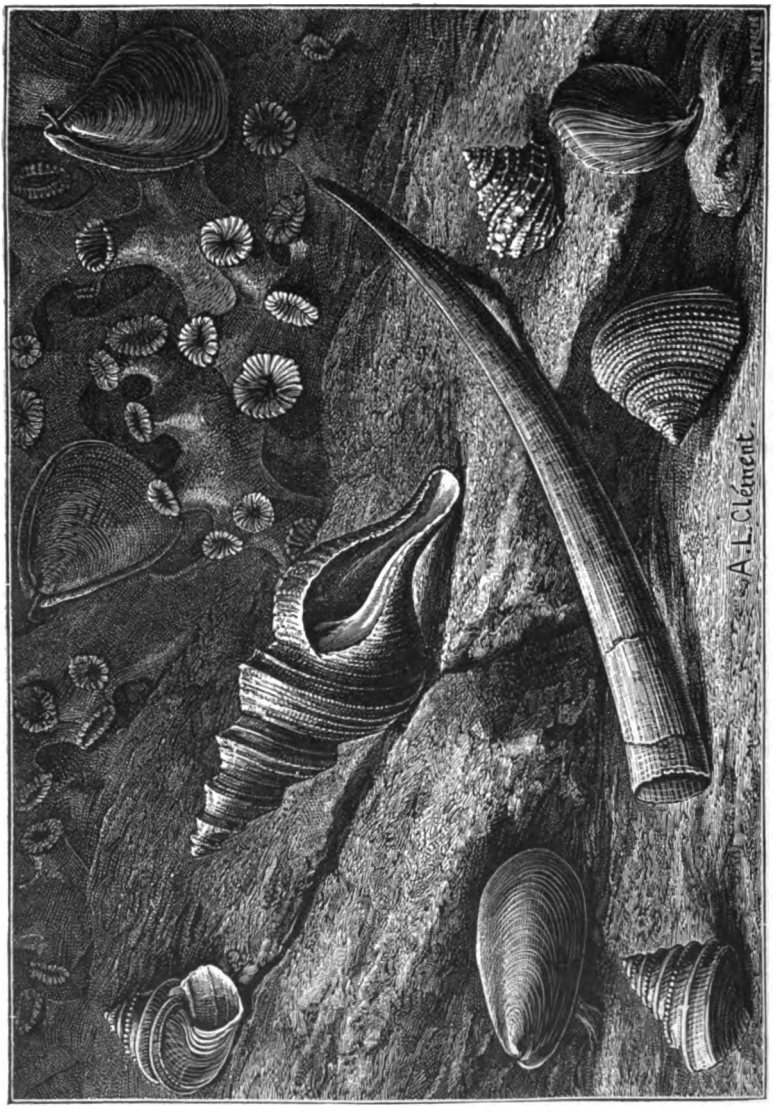


Fig. 100. Mollusken und Brachiopoden der Tiefſee, in der Mitte unten Dentalium ergasticum, darüber Fusus berniciensis, links in der Ecke unten und ebenſo oben Trochus gloria maris, zwiſchen beiden eine Modiola lutea an ihrem Byſſus feſtgeheftet. Rechts unter dem Dentalium Zisiphinus triporcatus. An der Koralle im Hintergrunde angeheftete Rhynchonella siculs

wie wir ſchon hervorhoben, eine Art von Depravation der Mollusken eintritt.

Digitized by Google

Dasſelbe, was für die Muſcheltiere gilt, gilt auch für die Schnecken, auch ſie nehmen an Arten- und Individuenreichtum, an Größe und Buntheit mit der Tiefe ab. Der Challenger brachte zirka 1300 wohl unterſcheidbare Arten von Gaſtropoden und 400 zweifelhafte mit, welche, abgeſehen von den in ganz untiefem Waſſer geſammelten, bei 116 Gelegenheiten oder Stationen gedredſcht worden waren. Unter dieſem Materiale, ſoweit es aus der Tiefſee unterhalb 500 Faden ſtammt, fehlen aber ſo artenreiche Familien wie die Rissoiden, ſo große und ſchöne Formen wie die Cassiden, Tritoniiden, Coniden, Olividen, Harpiden u. ſ. w. R. Bogg Watſon, welcher das von der Challenger-Expedition geſammelte Material bearbeitet hat, betont, wie das übrigens Smith auch betreffs der Lamellibranchiaten thut, die große Wahrſcheinlichkeit, daß beſonders aus den Grundnetzen, deren Heraufwinden ſo viel Zeit in Anſpruch nimmt, eine bedeutende Anzahl der meiſt kleinen Formen aus dem Schlamme ausgewaſchen werden und durch die Netzmaſchen hindurchgleiten könnte. Das gilt aber, obgleich es wahr ſein mag, doch auch für andere Tiergruppen, abgeſehen von ſehr großen oder ſehr rauhen Formen (Seeſternen, Crinoiden, Krebſen u. ſ. w.), und ſo dürfte uns die Erkenntnis des wahren, relativen Beſtandes der Tiefſeefauna doch nicht allzuſehr gefälſcht werden.

Fig. 101. Fusus abyssorum, aus zirka 2580 Faden Tiefe.

Fig. 102. Oechoris sulcata, aus zirka 1750 Faden Tiefe.

Wie die Schalen der meiſten Tiefſeemuſcheln ſind auch die der abyſſiſchen Gaſtropoden faſt farblos, oft außerordentlich zart und ohne jene Dornen und ſtarken Zacken, die für viele Formen des flachen Waſſers ſo charakteriſtiſch ſind, häufig aber erſcheinen ſie ſehr fein granuliert und wie mit einer Art oft mikroſkopiſch zarten Chagrins überzogen. Nicht ſelten wird wie unter den Trochiden die verlorene Farbe durch einen wundervollen Perlmutterglanz erſetzt. Meiſtens ſind die Tiefſeeformen auch kleine, bisweilen zwerghafte Repräſentanten ſolcher Genera,

Digitized by Google

welche in ſeichterem Waſſer eine anſehnliche Größe erreichen können. Aber es giebt Ausnahmen und die ſchönſte bildet eine Voluta (Guivillea alabastrina), ein prächtiges Geſchöpf, das in der Nähe der Crozet-Inſel aus einer Tiefe von 1600 Faden heraufgebracht wurde. Die Schale iſt 170 Millimeter hoch, äußerſt zart, von weißer Farbe und ſieht aus, als ob ſie in dünne ſandhaltige Tünchmaſſe eingetaucht und nur oberflächlich abgewiſcht worden wäre. Leider iſt das einzige gefundene Exemplar zerbrochen.

Eine andere ſehr ſchöne Form (Triforis longissimus) wurde auf einer der Expeditionen des Blake gefunden: die Schale hat gewiß, wenn ſie unbeſchädigt iſt (leider iſt indeſſen immer die Spitze abgebrochen) über 40 Umgänge, iſt 32 Millimeter lang und an der dickſten Stelle, unmittelbar über der Mündung, 3—4 Millimeter breit. Siliquaria modesta, eine gleichfalls während der amerikaniſchen Unterſuchungsfahrten entdeckte Art der Wurmſchnecken, die im weichen Schlamme eingebettet lebt, iſt ſo überaus zart, daß ſie bei der bloßen Berührung zerbricht. Die Mehrzahl der Tiefſeeſchnecken iſt blind, auch Arten ſolcher Gattungen, welche in ſeichtem Waſſer wohl entwickelte Augen haben. Agaſſiz meint, die Bewegungen dieſer Tiere müßten bei ihren dünnen Schalen ſehr langſam und gemeſſen ſein, zumal ſie ja noch auf dem feinen und jedenfalls ſehr dünnflüſſigen Schlamm vor ſich gehen. Viele der Gaſtropoden drunten auf dem Meeresgrunde mögen von animaliſcher Koſt lebende Räuber ſein. Aber auch ſolche Familien, die innerhalb der Algenzonen des Meeres von Vegetabilien ſich ernähren, haben abyſſiſche Vertreter, und Dr. Fiſcher, der als Conchyliologe die Expedition des Talisman mitmachte, fand, daß der Darm derſelben mit Schlamm, der von Coccolithen ſtrotzte, gefüllt war.

Die Gaſtropoden des Meeres laſſen keine charakteriſtiſche, ſcharfe Scheidung zwiſchen den Formen des ſeichteren und des tiefen Waſſers erkennen, ſie gehen allmählich ineinander über und manche Arten haben eine enorme vertikale Verbreitung.

Wie erwähnt brachte der Challenger, wenn wir einmal die Scaphopoden zu den Schnecken rechnen wollen, gegen 1300 ſichere und gegen 400 nicht beſtimmbare Arten mit. Von dieſen wurden auf 75 Stationen

Digitized by Google

zwischen 0 und 400 Faden 1350 Arten (also pro Station durchschnittlich 18) und auf 41 Stationen zwischen 400 und 2650 Faden 270 Spezies (also pro Station 7) gefunden. Diese Arten gehören 46 Familien an, von denen indessen nur 16 Vertreter in Tiefen unter 500 Faden aufzuweisen haben.

Es verteilen sich die Arten vertikal folgendermaßen:

Familien	Tiefe in Faden*)				
	0—500	501—1000	1001—1500	1501—2000	2000—2650
Scaphopoda	24	3	4	3	3
Fissurellidae	18	×	8	2	—
Trochidae	73	13	8	2	1
Janthinidae	×	×	×	2	—
Solariidae	4	—	1	—	—
Naticidae	23	2	1	—	—
Fusidae	42	—	2	2	—
Volutidae	24	1	—	1	—
Pleurotomariidae	75	13	10	7	2
Naticidae	26	2	2	—	—
Pyramidellidae	64	1	2	—	1
Cerithiidae	49	5	1	—	—
Litorinidae	11	2	1	—	1
Rissoidae	65	×	2	—	—
Tornatellidae	13	2	4	—	—
Bullidae	39	9	3	—	—

Ziemlich allgemein gehen diejenigen Familien, welche im seichten Wasser viele Arten haben, auch tief in das Meer hinab. In dieser Thatsache drückt sich eine größere Anpassungsfähigkeit aus, ebenso wie darin, daß auch bei den Gastropoden eine bedeutende vertikale und horizontale Verbreitung vielfach Hand in Hand geht. So wurde Natica affinis von 2 bis 1255 Faden und von Grönland bis Kerguelen, Clichna alba von 12 bis 1400 Faden und bei Spitzbergen, den Azoren, Pernambuco und Japan beobachtet. Die Familie der Litoriniden ent-

*) Jede Art ist in der Rubrik ihres tiefsten Vorkommens eingetragen. × bedeutet, dass eine in einer andern Kolumne ihre Maximaltiefe erreichende Art in der betreffenden Schicht auch vorkommt. — bedeutet, dass die Familie in der betreffenden Tiefe noch nicht beobachtet wurde.

Digitized by Google

ſpricht, was ihr Vorkommen angeht, ihrem alten Namen (von litus, litoris das Ufer) nach den neuen Entdeckungen durchaus nicht mehr. Intereſſant iſt die Verbreitung der Janthinen: dieſe waren längſt als Tiere bekannt, welche an der Oberfläche des Meeres, indem ſie ſich aus mit eignem Körperſchleim überzogenenen Luftblaſen eine Art hydroſtatiſchen Apparats oder gewiſſermaßen ein Floß bauen, dahintreiben. Jetzt mit einem Male hat man dieſelbe Art (Janthina rotundata) auch in einer Tiefe von 1900 Faden entdeckt, eine Thatſache, welche an die vertikale Verbreitung der ſeltſamen Amphipode Cystisoma Neptuni erinnert.

Die Fuſiden haben eine weite horizontale und vertikale Verbreitung, aber die Mehrzahl ihrer Arten bewohnt das ſeichte Waſſer. Eine Art (Fusus abyssorum Fig. 101) entdeckte der Talisman an der Nordweſtküſte Afrikas bei zirka 2600 und eine ſchöne Doliide (Oechoris sulcata Fig. 102) bei zirka 2000 Faden in der Nachbarſchaft der Azoren.

Die prächtigen Nacktſchnecken des Meeres, welche nach einer Meernymphe Doris, der Gemahlin des Nereus, Dorididen genannt werden, ſind faſt ausſchließlich an das ſeichte Waſſer oberhalb der 100 Fadenlinie gebunden, eine findet ſich bis gegen 500, eine andere bis gegen 1000 und eine dritte endlich (Bathydoris abyssorum) im ſtillen Ozean bei 2425 Faden. Dieſe letztere iſt ein merkwürdiges Tier: eine Rieſin ihres Geſchlechts zeigt ſie noch nach jahrelangem Liegen in Weingeiſt eine Länge von 12 cm, iſt von dunkelpurpurbrauner, jener bei Tiefſeetieren ſo allgemein verbreiteten Färbung, mit orangenen Kiemen und völlig blind.

Überraſchend iſt es, daß von den Käferſchnecken (Chitonidae), Tieren, die ihrem ganzen Habitus, der durch die Teilung der Schale in 8 hintereinander gelegene Stücke bedingten Fähigkeit ſich aufzurollen und ihren übrigen Lebensgewohnheiten nach den Eindruck typiſcher Küſtenbewohner machen, doch auch zwei echte Tiefſeeformen aufgefunden worden ſind, nämlich Leptochiton Belknapi an ſo weit von einander entfernten Stellen wie die Aleuten (bei 1006 Faden) und Philippinen (1050 Faden) und L. benthus im nördlichen pacifiſchen Ozean bei 2300 Faden.

Die Schwimmſchnecken, die Floſſenfüßer (Pteropoda) und

Digitized by Google

Kielfüßer (Heteropoda) rücksichtlich ihrer ganzen Organisation, namentlich ihrer Bewegungsorgane und ihrer teilweisen Durchsichtigkeit echt pelagische Geschöpfe, gehen doch auch in bedeutende Tiefen. Chun fand beide Gruppen im Mittelmeere bis über 700 Faden vertreten, womit freilich nicht gesagt ist, daß auch in den offenen Ozeanen dasselbe Verhältnis des vertikalen Vorkommens dieser Tiere stattfindet, denn das Wasser des Mittelmeeres unterliegt abnormen Temperaturverteilungen, und es wäre voreilig, aus den hier auftretenden Erscheinungen weitergehende, die großen und tiefen Meere betreffende Schlußfolgerungen ziehen zu wollen.

Die höchste Entfaltung erreicht der Stamm der Weichtiere in den Cephalopoden, den an körperlicher Entwickelung und geistiger Befähigung am höchsten stehenden wirbellosen Tieren des Meeres.

Die Kopffüßer (Cephalopoda) haben einen kegelförmigen Leib, gegen den der runde, am terminalen Ende mit einem bekieferten Munde versehene, große Augen tragende Kopf deutlich durch einen Hals abgesetzt ist. Um den Mund herum steht ein Kranz von meist 8 bis 10 langen, unter Umständen verschiedenartig entwickelten, mit Saugnäpfen, bisweilen mit Haken versehenen Tentakeln. Auf der einen Seite befindet sich unterhalb des Halses ein querer Schlitz, welcher in einen geräumigen, nach der Körperspitze zu sich erstreckenden Hohlraum, die Mantelhöhle, führt, in welchem sich die Respirationsorgane, der After und die Öffnungen der Harn- und Geschlechtsorgane finden. Nach oben kommuniziert der Mantelhohlraum mit einem trichterförmig durchbohrten, an beiden Enden offenen, nach oben gerichteten, mit seiner Spitze über den Schlitz hervortretenden, kegelförmigen Hautfortsatze, dem Trichter. Die Tiere vermögen sich mittels desselben schwimmend zu bewegen, indem sie den Schlitz öffnend die Mantelhöhle voll Wasser nehmen, dann schließen sie dieselbe kräftig und plötzlich, sodaß das Wasser nur und zwar mit großer Gewalt durch den Trichter entweichen kann. Durch diese kräftige und plötzliche Entleerung erfährt der Körper einen Rückstoß von der vor dem Trichter gelegenen Wassermasse, der das Tier in entgegengesetzter Richtung wegschleudert, daher schwimmen die Cephalopoden mit ihrer Körperspitze voran. Die Fähigkeit zu schwim-

Digitized by Google

men iſt in dieſer Klaſſe verſchieden entwickelt, ſie iſt einmal abhängig von der relativen Geräumigkeit der Mantelhöhle, von der Weite und Länge des Trichters, dann aber namentlich von der Geſtalt des Körpers; je ſpitzer deſſen beim Schwimmen vorangehendes Ende iſt, deſto leichter und deſto raſcher wird er die entgegenſtehende Waſſermaſſe zerteilen. Daher ſind die im allgemeinen ſchlanker gebauten zehnarmigen Formen, die Kalmare und Tintenfiſche die beſſeren Schwimmer, während die plumperen achtarmigen Kraken mittels ihrer ungemein beweglichen Arme ſehr hurtig und geſchickt zu kriechen verſtehen. Es ſind gewaltige Räuber, die ſeit den Tagen des Silurs ſich mit den Haifiſchen in die blutige Herrſchaft über die anderen Meeresbewohner teilen.

Manche von ihnen erreichen eine gewaltige Größe. Wenn ſchon die Berichte von Olaf Magnus und dem Biſchof Erich Pontoppidan, wonach die „Kraken“ gelegentlich wie Inſeln mit Bäumen bewachſen und mit Hügeln bedeckt aus dem Meere tauchen ſollen, ungeheuerliche Übertreibungen ſind, ſo liegt ihnen doch ein Körnchen Wahrheit zu Grunde. Wir wiſſen jetzt, namentlich durch die Unterſuchung Verrills, daß es wahre Rieſen unter den Kopffüßern giebt; Architeuthis princeps wird, die Arme mitgemeſſen, 12 und A. monachus über 9 m lang. Schon Quoy und Gaimard hatten während der berühmten Reiſe der franzöſiſchen Fregatte Aſtrolabe aus dem atlantiſchen Ozean nahe dem Äquator Reſte eines Cephalopoden aufgefiſcht, der nach ihrer Schätzung mindeſtens ein Gewicht von 50 kg gehabt haben muß. Am 30. November 1861 begegnete der Dampfaviſo Alekto einem Kalmar von 5 bis 6 Meter Länge ohne die Tentakeln, deſſen Gewicht auf 2000 kg geſchätzt wurde. Man machte Jagd auf das Geſchöpf, fing es auch, indeſſen es befreite ſich unter Verluſt ſeines Körperendes.

Wahrſcheinlich bewohnen ſolche Koloſſe, an deren Exiſtenz wir, wenn auch vielleicht der Kommandant des Alekto ſeinen Kalmar ein wenig durch das Vergrößerungsglas der Phantaſie angeſehen hat, nicht wohl zweifeln können, größere Meerestiefen und kommen nur durch Zufall einmal an die Oberfläche. Daß ſie ſehr große Tiefen zur bleibenden Heimſtätte erkieſen ſollten, iſt mir der Ernährungsverhältniſſe halber

Digitized by Google

wenig wahrscheinlich. Freilich gerade die größten Tiere der Tiefsee werden sich unsern Nachstellungen entziehen. Kopffüßern von 5 m Körperlänge und Rochen Tausende von Pfunden schwer, wie sie gelegentlich einmal aufgetaucht sind, kann man nicht mit Dredschen und Grundnetzen zu Leibe gehen.

Der größte Cephalopode, den der Challenger erbeutete, war Cirroteuthis magna, aus 1375 Faden Tiefe zwischen Prinz Edward- und Crozet-Insel, der 11,55 dm in der Länge maß, wovon allerdings gegen 9 dm auf die Arme kamen.

Die Schale der lebenden Kopffüßer ist meist innerlich gelegen, hornig oder kalkig (os Sepiae) und blattförmig. Indessen giebt es einige wenige Formen, welche betreffs ihrer Schale eigenartige Modifikationen aufweisen. Da ist zunächst des so gemeinen, seit alten Zeiten bekannten „Posthörnchens“ (Spirula Peronii) zu gedenken, einer kleinen aus anderthalb, in einer Ebene liegenden, sich nicht berührenden Windungen bestehenden und im Innern gekammerten Schale, deren Tier man lange Zeit gar nicht, und dann viele Jahre nur unvollkommen kannte. Jetzt sind einige Exemplare aufgefunden worden, aber über die Lebensweise des Tieres wissen wir noch gar wenig. Der Challenger fischte ein einziges Individuum in der Bandasee mit dem Grundnetz, das aber von irgend einem andern Geschöpfe, vielleicht von einem Fische, ausgebrochen worden war, wenigstens zeigte sich seine Oberhaut teilweise verdaut. Ein anderes wundervoll erhaltenes Exemplar fischten die Amerikaner des Blake in der karaibischen See bei 950 Faden Tiefe, von dem Agassiz aus der Beschaffenheit seiner Farbzellen oder Chromatophoren schließt, daß es mit seinem hintern Körperende im Schlamm eingebettet gewesen sein müsse. Die Schale liegt übrigens auch bei Spirula im Innern.

Die zweite Cephalopodenform, die aber bloß im weiblichen Geschlechte eine Schale besitzt, ist das pelagisch lebende Papierboot (Argonauta). Hier ist dieselbe, in welcher das Tier locker wie in einem Kahne sitzt, das Abscheidungsprodukt zweier verbreiterter Arme, deren Flächen nach hinten einander gegenüber an die Seiten des Körpers gelegt werden.

Ein äußeres, der Schale der Gastropoden vergleichbares Gehäuse hat

Digitized by Google

nur das wundervolle Perlboot (Nautilus pompilius), bei dem das Tier an der gekammerten Schale angewachſen iſt. Dieſes, eine eigene Unterklaſſe der Kopffüßer ausmachende Geſchöpf bewohnt die tiefern, wenn auch, wie ſcheint, nicht tiefſten Gewäſſer des indiſchen Meeres bis zu den Fidſchiinſeln, wo der Challenger ein Exemplar lebend aus 315 Faden Tiefe erbeutete. Dasſelbe ſchwamm, gleichfalls mit dem Rücken voran, munter umher, vermochte aber, wohl infolge der veränderten Druckverhältniſſe, durch welche die Kraft der expandierten Gaſe in ſeinem Innern mächtiger als die ſeiner Muskeln geworden war, nicht mehr zu ſinken.

In der Bearbeitung des vom Challenger geſammelten Materials führt Hoyle die vertikale Verbreitung von 103 Arten von Kopffüßern an: 64 (wovon 12 rein pelagiſch ſind) finden ſich ausſchließlich oberhalb 500, 5 zwiſchen 501 und 1000, 6 zwiſchen 1001 und 2000, 3 zwiſchen 2001 und 3000 Faden, während 25 in ſehr verſchiedenen Tiefen, manche von der Oberfläche bis zu 2150 Faden hinab, vorkommen. Die größte Tiefe (2949 Faden) erreicht Chiroteuthis lacertosa. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die meiſten, wenn nicht alle Formen, welche abyſſiſch zu ſein ſcheinen, gelegentlich auch bis an die Oberfläche heran vorkommen werden, und daß umgekehrt zur Zeit nur als pelagiſch gekannte Arten auch beträchtliche Tiefen beſuchen und bewohnen können.

Im ganzen, das läßt ſich aus dem in dieſem Kapitel nur in großen Zügen ſkizzierten ſchon ermeſſen, haben die Verhältniſſe der Tiefſee auf die Weichtiere weit weniger umgeſtaltend und modifizierend eingewirkt, als auf andere Tierſtämme, und da jene dort verhältnißmäßig auch ſelten ſind, ſo müſſen wir annehmen, daß ihre Anpaſſungsfähigkeit eine nicht ſehr bedeutende iſt: denn, wenn ſie unter den abyſſiſchen Lebensbedingungen nicht mit einer ſehr ähnlich gearteten Organiſation wie in ſeichterem Waſſer exiſtieren konnten, ſo vermochten ſie überhaupt nicht in die Tiefſee einzuwandern.

Die Manteltiere (Tunicata), für den vergleichenden Anatomen und Fachzoologen durch ihren Bau und ihre Entwicklung bedeutungsvolle Weſen, haben einen ſack-, beutel- oder tonnenförmigen, bisweilen langeſtielten Körper, der von einem dicken gallert- oder lederartigen Celluloſe enthaltenden Mantel umgeben iſt. Der Mund liegt im Grunde

Digitized by Google

eines weiten korbähnlichen, die Reſpiration vermittelnden, oben offenen Kiemenſacks und der After mündet mit den Geſchlechtsorganen daneben in einem zweiten, gleichfalls oben offenen Raum, dem Kloakenraum. Zwiſchen ihm und dem Zugange zum Kiemenkorbe und auf dem obern Rande des letzteren liegt der einfache Nervenknoten.

Von den zwei Klaſſen, in welche die Manteltiere eingeteilt werden, iſt die eine, die der Salpen, bloß pelagiſch lebend, und kommt nicht in der Tiefſee vor, wohl aber die meiſt feſtſitzende der Seeſcheiden oder Aſcidien.

Von großer Bedeutung iſt die Entwicklungsgeſchichte dieſer letzteren Tierklaſſe, da ſie mit einer merkwürdigen Metamorphoſe verbunden iſt. Aus dem Ei geht nämlich eine freiſchwimmende Larve hervor, die eine auffallende Ähnlichkeit mit einem Wirbeltiere primitivſter Art hat. Sie beſitzt einen rundlichen Körper, der ſich nach hinten in einen ziemlich langen Ruderſchwanz fortſetzt, der im Innern einen Längsſtrang eigenartiger in einfacher Reihe hintereinander gelegener großer Zellen enthält, auf welchem ſich eine feine röhrenartige Fortſetzung des centralen Nervenſyſtems auflegt. Man kann den Zellenſtrang mit einem Rückgrat einfachſter Form, wie es das Lanzettfiſchchen hat, und die Fortſetzung des Nervenſyſtems mit dem Rückenmark vergleichen. Auf dieſer „Kaulquappenſtufe“ bleibt eine Ordnung der Aſcidien (Appendicularia), die man früher für Larven feſtſitzender Formen hielt, zeitlebens ſtehen. Von dieſen Appendicularien fand Chun eine verhältnismäßig rieſige neue Form (Megalocercus abyssorum 30 mm lang) bei 492 Faden und andere Arten bis zu 710 Faden Tiefe im Mittelmeere

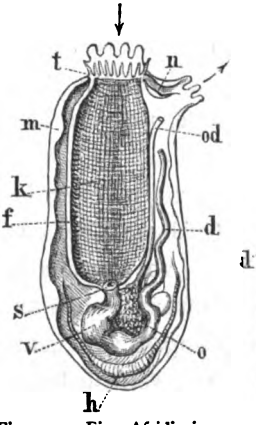


Fig. 103. Eine Aſcidie im Längsſchnitt. f Tentakelkranz, k Kiemenkorb, f kleinere Furche desſelben, m Mantel, n Nervenknoten, S eigentliche Mundöffnung, V Magen, d Darm, h Herz, o Eierſtock, od Eileiter. Die Pfeile deuten die Richtung des Waſſerſtroms durch den Körper an.

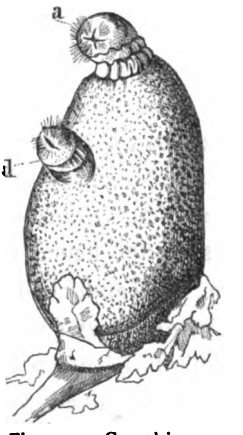


Fig. 104. Cynthia papillata, eine einfache Aſcidie des ſeichten Waſſers, a Einſtrömungs-, d Ausſtrömungsöffnung.

Digitized by Google

auf. Bei den meiſten Aſcidien iſt indeſſen dieſes „Wirbeltierſtadium“ eine vorübergehende Larveneigentümlichkeit, in der Regel ſetzt ſich die Kaulquappe mit dem Kopfende feſt und unterliegt, wie bei den meiſten feſſilen Tieren, einer rückſchreitenden Metamorphoſe, wobei ſie den Ruderſchwanz durch Reſorption verliert.

Die Aſcidien ſelbſt zerfallen in zwei Familien, in die der einfachen und der zuſammengeſetzten. Die erſteren bleiben meiſt Einzelweſen oder bilden Stöckchen, an denen jedes Individuum einen eignen Mantel hat und einen bedeutenden Grad der Selbſtändigkeit beſitzt. Bei den zuſammengeſetzten liegen zahlreiche kleine Individuen, oft gruppenweis mit regelmäßiger ſternartiger Anordnung, in einer gemeinſamen, ziemlich weichen Mantelmaſſe, und die Kolonie überzieht rindenartig Steine und andere Gegenſtände auf dem Boden des Meeres.

Ganz außerordentlich groß war die Ausbeute an einfachen Aſcidien, welche während der Challenger-Expedition gewonnen wurden; 82 Arten (darunter 74 neue!) zu 20 Gattungen (9 neue) gehörig. Herdman, der dieſes glänzende Material bearbeitet hat, konſtatiert, daß in einzelnen Fällen die neuen Gattungen von ganz beſonderem Intereſſe wären, da ſie Verwandtſchaften mit verſchiedenen früher ſchon bekannt geweſenen Formen aufweiſen und ſo zu Verbindungsgliedern zwiſchen bis dahin iſoliert ſtehenden werden. Ein anderes Mal wieder zeigen ſie derartige Kombinationen von Charakteren, daß es nötig wird, die Definitionen älterer Gattungen, ja unſere Anſichten über das Beſtehen verſchiedener Familien zu ändern.

Die wichtigeren Arten der vier Familien verteilen ſich in vertikaler Richtung folgendermaßen:

Familien.	Vorkommen der Arten in vertikaler Richtung in Faden.				
	1—500	501—1000	1001—1500	1501—2000	2000—3000
Molgulidae	8	1	—	—	—
Cynthiidae	33	4	1	4	4
Ascidiidae	17	3	1	1	3
Clavelinidae	5	—	—	—	—

Digitized by Google

Die größte Tiefe, welche Aſcidien, ſoweit wir wiſſen, erreichen, iſt 2900 Faden im nördlichen ſtillen Ozean, und die Form, die hier gefunden wurde, iſt eine der ſchönſten und intereſſanteſten, die vielleicht eine eigene Familie bildet. Moſeley, der ſie ſchon im Jahre 1876 beſchrieb, nennt ſie Hypobythius calycodes. Dieſes Tier hat die Geſtalt eines ſchlanken Bechers, deſſen Fuß 90 cm und deſſen auf dem Querſchnitte ovaler Kelch 83 cm hoch iſt. Die Schale iſt glasartig, zum Teil außerordentlich durchſichtig, aber nach Art eines Renaiſſance-Pokals mit regelmäßig angeordneten Buckeln verziert, die von knorpelartiger Härte und undurchſichtig ſind und das Licht in hohem Grade brechen. Dieſes Tier und der früher erwähnte wundervolle, wenige Tage nachher in der Nachbarſchaft bei gleicher Tiefe aufgefundene Hydroidpolyp Monocaulus imperator gehören zu den prächtigſten Stücken der ganzen Challenger-Ausbeute.

Die zuſammengeſetzten Ascidien ſind echte Bewohner des ſeichten Waſſers, nur 7 von ihnen kommen tiefer als 500 und eine einzige bei 1600 Faden vor.

Elftes Kapitel.

Die Fiſche.

Einzelne Tiefſeefiſche ſind ſchon lange bekannt. Gelegentlich fand man ein oder das andere dieſer fremdartigen Geſchöpfe tot auf der Oberfläche des Waſſers treibend oder an die Küſte angeſpült, ab und zu wurde wohl auch zufällig mit andern Fiſchen ein verirrtes Exemplar gefangen. Am auffälligſten waren die ſchönen Trachypterusformen, namentlich die gegen 6 Meter lang werdenden, bandförmigen, ſilberſchimmernden Arten von Regalecus, dem Vaagmand der Skandinavier. Von ihnen wurden vom 1740 bis 1852 an der ſkandinaviſchen Küſte 14 und von 1750 bis 1884 an der engliſchen 19 Exemplare gefunden. Vieles in der Lebensgeſchichte gerade dieſer Fiſche iſt noch rätſelhaft und Agaſſiz meint, daß ſie vielleicht gar nicht in ſo ſehr bedeutenden

Digitized by Google

Tiefen, wie man gemeinlich glaubt, leben. Nur der Challenger hat einmal ein einziges, nur eineinhalb Zoll langes Exemplar eines Trachypterus bei 700 Faden gefangen, aber dieſe Tiefe iſt nicht ſicher, ſehr wohl kann das Fiſchchen in einer weit höhern Waſſerſchicht beim Heraufziehen in das Netz geraten ſein. Und dieſe Unſicherheit, ob man es mit einer wahren Tiefſeeform bei einem in der aus großen Tiefen heraufkommenden Dredſche gefangenen Fiſche zu thun habe, peinigt uns leider in ſehr vielen Fällen.

An einer Stelle der Welt indeſſen hat man ſeit alten Zeiten, lange bevor irgend ein Naturforſcher an die Möglichkeit einer Jagd in den abyſſiſchen Gründen dachte, wahre Tiefſeefiſcherei und mit Erfolg getrieben — an der Küſte Portugals bei Setubal. Der franzöſiſche Forſcher Vaillant hat eine ſolche Expedition mitgemacht und giebt eine intereſſante Schilderung davon. Der Fang gilt einer kleinen Haifiſchart (Centrophorus chalceus) und wird mittels Grundangeln betrieben, deren 400 bis 800 an einer Leine befeſtigt in eine Tiefe von 650 bis 820 Faden hinabgelaſſen werden.

Der erſte Mann, welcher ſich wirklich wiſſenſchaftlich mit den Fiſchen der Tiefſee beſchäftigte, war der Italiener Riſſo (geb. 1777, geſt. 1845), der die Fiſche des Golfs von Genua und darunter auch einige abyſſiſche Formen unterſuchte. Die nächſten, welche ſich mit dieſem Teil der Meeresfauna befaßten, waren zwei Engländer: R. T. Lowe, der von 1847 bis 1860 als Ichthyolog auf Madeira wirkte und 1874 auf einer abermaligen Reiſe dahin mit dem Dampfer Liberia in der Bai von Biscaya unterging und J. Y. Johnſon, der von 1862 bis 1866 auf der nämlichen Inſel den gleichen Studien oblag.

Durch dieſe Forſcher war die Zahl der bekannten Tiefſeefiſche auf etwa 30 geſtiegen, als durch die verſchiedenen engliſchen und nordiſchen Expeditionen ein ungeahnter Reichtum ſolcher Tiere der Wiſſenſchaft zugeführt und unſerm Landsmanne A. Günther, dem Direktor der zoologiſchen Abteilung des Britiſh Muſeum zur Bearbeitung übergeben wurde. Allein 177 Arten und darunter 44 neue brachte der Challenger in 610 Exemplaren mit heim. Verhältnismäßig viel großartiger noch, namentlich mit Rück-

Digitized by Google

ſicht auf die Dauer der Reiſe, ſind freilich die Reſultate, welche der Talisman auf ichthyologiſchem Gebiete erzielte: er erbeutete zwiſchen 100 und 2800 Faden gegen 4000 Exemplare von 140 Arten! Von manchen Spezies muß der Meeresboden ſtellenweiſe geradezu wimmeln, fingen doch die Franzoſen am 29. Juli in der Nachbarſchaft der Kapverdiſchen Inſeln bei zirka 250 Faden nicht weniger als 1031 Exemplare eines Malacephalus und vierzehn Tage vorher in einer mehr als doppelt ſo bedeutenden Tiefe an der marokkaniſchen Küſte 134 Stück verſchiedener Arten, darunter 46 Bathygadus und 49 Macrurus. Man denke ſich aber die Schwierigkeit und geringe Wahrſcheinlichkeit, gerade Fiſche, meiſt ſehr bewegliche Tiere von einer gewiſſen Kraft und Größe und nicht unbedeutender Intelligenz in das Dredſchnetz zu bekommen und zu behalten. Oft freilich wird es, wie ſchon verſchiedentlich angedeutet, ſehr ſchwierig, ja unmöglich, mit Sicherheit behaupten zu wollen, daß die gefangenen Fiſche auch aus der tiefſten vom Netze erreichten Tiefe ſtammen. Wenn man echte Bodenformen vor ſich hat, dann allerdings iſt die Sache wenig zweifelhaft, aber die vertikale Herkunft flinker Schwimmer kann niemand mit Beſtimmtheit angeben, ſie mögen aber auch in der That in ſehr verſchiedenen Tiefen vorkommen können und namentlich ſolche, die keine Schwimmblaſe haben. Die Haie ſind im ſtande, gewaltige Waſſerſchichten in einem Schuße zu durchſauſen, aber auch von dem mit einer ſehr großen Schwimmblaſe verſehenen Schwertfiſch erzählt A. Agaſſiz, daß er infolge von Angriffen an der Oberfläche des Meeres ſehr leicht und äußerſt ſchnell 500 bis 1000 Fuß tief bis auf den Boden taucht und zwar mit ſolcher Gewalt, daß ſich der ſchwertförmige Fortſatz ſeines Oberkiefers der ganzen Länge nach in den Schlamm einbohre.

Bei andern Formen laſſen ſich vertikale periodiſche, an die Tages- oder Jahreszeit gebundene Wanderungen nachweiſen. Die Scopelus-Arten ſcheinen am Tage in bedeutenden Tiefen zuzubringen, aber in beſonders ruhigen und mondloſen Nächten ſteigen ſie an die Oberfläche. Das iſt erklärlich! Denn gerade unter ſolchen Umſtänden werden, wenn wir einmal vom Drucke abſehen, den manche Tierarten in ſehr verſchiedenem Umfange zu ertragen vermögen, die Lebensbedingungen in den

Digitized by Google

oberflächlichen Waſſerſchichten nicht allzu ſehr von den in der Tiefe herrſchenden abweichen. Günther meint, daß überhaupt die Fiſchfauna der Tiefſee im weſentlichen von zwei Elementen gebildet würde, von ſolchen Formen, die als dieſelben oder doch ſehr nahe verwandte Arten in den Gewäſſern der kältern und polaren Regionen die ſeichteren Schichten bewohnen, und ſolchen, die eben des Nachts an die Oberfläche ſteigen, um pelagiſch zu leben.

Es unterliegt nun wohl auch keinem Zweifel, daß manche Fiſcharten namentlich beim Eintritt der rauheren Jahreszeit in den gemäßigten und kalten Gegenden unſerer Erde die tieferen Stellen ihres heimiſchen Elementes aufſuchen werden, die ziemlich unabhängig von dem Einfluße des Temperaturwechſels jahrein, jahraus dieſelbe oder doch eine ſehr ähnliche Eziſtenzweiſe ermöglichen. Wieder andere ſteigen zur Zeit der Fortpflanzung an die Oberfläche, wo ſie für ihre Eier die günſtigeren, die Entwicklung ermöglichenden Verhältniſſe antreffen. Es iſt aber eine gewiſs bedeutſame Erſcheinung, daß der Laich mancher zwiſchen 300 und 400 Faden ſich aufhaltender Fiſche (z. B. Polyprion) ſich an der Oberfläche des Meeres entwickelt, während doch die ausgewachſenen Individuen derſelben Art ihren Aufenthaltsort freiwillig niemals zu verlaſſen, alſo auch nicht zum Fortpflanzungsgeſchäft nach oben zu ſteigen ſcheinen. Wahrſcheinlich wird in dieſem Falle der Laich in der von den Alten bewohnten Tiefe abgelegt, hebt ſich während der Entwicklung der Embryonen bis zur Oberfläche, wo die Jungen auskriechen und nach kurzem pelagiſchen Aufenthalte in die Tiefe zu ihren Erzeugern zurückkehren. Sicher aber verhält ſich nicht der Laich aller Tiefſeefiſche ſo, wahrſcheinlich entwickelt ſich der vieler Arten auf dem Boden des Meeres. „Wenn wir uns“, ſagt Günther, „die gewaltigen Unterſchiede in den Bedingungen, unter denen beiderlei Arten von Laich ſich entwickeln müſſen, vorſtellen, — der eine unter dem beſchleunigenden Einfluſſe von Licht, Wärme und einer dauernden Zufuhr von Sauerſtoff, der andere unter dem hemmenden von Dunkelheit, Kälte, unter Umſtänden doch wohl auch eines Sauerſtoff-Minimums, — ſo kommt uns die Idee, daß jener erſtere den Tiefſeefiſchen angehören dürfte, welche in den weſentlichen Punkten ihrer Organiſation den Oberflächen-

Digitized by Google

fiſchen entſprechen, der letztere aber ſich zu jenen entarteten Formen entwickelt, von denen die Ophidiiden und Muraeniden die treffendſten Beiſpiele bieten". Dieſer wird dann wohl auch den älteſten, in viel höherem Maße entſprechend angepaßten abyſſiſchen Formen, jener aber den relativ neu eingewanderten Bewohnern der Tiefſee angehören. Die Thatſache, daß der Laich gewißer Arten ſich oberflächlich entwickeln muß, iſt als eine Wiederholung der Stammesentwicklung in der individuellen Metamorphoſe zu betrachten: noch verraten die Lebensgewohnheiten dieſer Fiſche einen gewiſſen Zuſammenhang mit der alten Heimat. Eine ähnliche Erſcheinung treffen wir auch ſonſt bei Fiſchen, — wenn die Lachsformen in das ſüße Waſſer, die Aale aber in das ſalzige wandern, um ihren Laich abzuſetzen, ſo verraten auch ſie damit die alte Stätte ihrer Entſtehung und Herkunft. Von den Salmoniden iſt erſt ein kleiner Prozentſatz an einen dauernden Aufenthalt im Meere angepaßt, ſie ſind alte Bewohner der ſüßen Gewäſſer und die meiſten auch von den Meeresbewohnern unter ihnen müßen noch in ihrer Ontogenie das alte phylogenetiſche Stadium des Aufenthaltsortes durchlaufen. Umgekehrt iſt es bei den Muraeniden, ja dieſe ſind noch in viel geringerem Grade an das ſüße Waſſer als die Lachſe an das Meer angepaßt, denn verhältnismäßig viel weniger Arten und dann meiſt nur im weiblichen Geſchlechte verlaſſen ihre alte Wiege, die Salzflut.

Auch ſonſt bieten die Wanderungen der Seefiſche ſehr viel Intereſſantes, und ich kann mich nicht enthalten, wenigſtens auf eine Art derſelben, die zwar keine Tiefſeefiſche betrifft, aber doch für das Verſtändnis des Zuſammenhanges des Stoffwechſels im Meere äußerſt erſprießlich iſt, die Aufmerkſamkeit meiner Leſer zu lenken.

Zu gewiſſen Zeiten erſcheinen der Hering und der Lodd (Mallotus villosus) in ungeheuren Mengen, der eine an den europäiſchen, der andere an den amerikaniſchen Küſten des nordatlantiſchen Ozeans. Sie folgen aber undenkbar zahlreichen Scharen winziger Krebschen, welche von Strömungen der Oberfläche ohne ihren Willen aus den arktiſchen Meeren ſüdlich geführt werden. Dieſes lebende Mus, von den nordiſchen Fiſchern Aat genannt, bildet ihre Hauptnahrung: ſchlägt doch Möbius die Menge der von den an einem einzigen Tage gefangenen

Digitized by Google

Heringen gefreſſenen Individuen des Copepoden Temora longicornis nach Berechnung auf 2400 Millionen an! Aber dieſe Krebschen müſſen doch auch leben und mit ihnen kommt denn auch gleichfalls paſſiv ihr Futter angeſchwommen, nach G. O. Sars und Hind eine eigenartige, ſchleimige, von den Skandinaviern Räk genannte Maſſe, die hauptſächlich aus Diatomeen beſteht. Alle dieſe Algen konnten ſich während des Sommers im Polarmeere, wie ſcheint infolge der Gegenwart des vom abtauenden Eiſe gelieferten ſüßen Waſſers und unter Umſetzung anorganiſcher Subſtanz in organiſche entwickeln. Den Heringen aber folgen nun wieder die Schellfiſche, dieſen zahlreiche fiſchfreſſende Vögel und Delphine, und ſo ſehen wir hier von der anorganiſchen Materie bis zum Säugetiere eine Kette des Stoffwechſels von ſechs Gliedern.

Was die Herkunft der Fiſchfauna der Tiefſee betrifft, ſo ſcheint ſich dieſelbe hauptſächlich aus modernen Formen zu rekrutieren, die zwar durch die abweichenden Verhältniſſe, welche drunten herrſchen, auch beſonders um- und namentlich rückgebildet ſind, aber keine altertümlichen Charaktere in ihrer Organiſation aufweiſen. Nur ein Haifiſch (Chlamydoselache anguinea) aus dem tieferen Meere an der japaniſchen Küſte zeigt ſeltſame archaïſtiſche Eigenſchaften: ſeine Bezahnung erinnert an diejenige uralter Ahnen aus der devoniſchen Zeit und ſein ganzer Bau an den der Embryonen der niederſten modernen Haifiſchformen. Sonſt finden ſich in der Tiefſee keine Repräſentanten der Leptocardier oder Lanzettfiſchchen, keine Glanzſchupper, keine der aus dieſem alten Fiſchſtamme wohl direkt hervorgegangenen Haftkiemer oder Plectognathen; Kreismäuler (Cyclostomata) ſind ſelten und erreichen keine großen Tiefen; auch die Klaſſe der Selachier (Rochen und Haifiſche) iſt hier nur gering entwickelt. Folgendermaßen ſetzt ſich die Tiefſeefauna nach den von Günther mitgeteilten Angaben zuſammen:

	Selachier	bilden	4,3	Prozent	der	Totalmaſſe,
Knochen-Fiſche:	Acanthopterygii	„	27,8	„	„	„
	Anacanthini	„	39,6	„	„	„
	Physostomi	„	27,4	„	„	„
	Cyclostomata	„	0,9	„	„	„

Digitized by Google

Von der Menge der lebenden Knorpelfische (Selachier und Glanzschupper), die mit 320 Arten kaum zu niedrig angeschlagen sein dürften, kommen bloß 10 unter 300 Faden vor. Die Familien der in der Tiefsee unter 300 Faden vorkommenden Fische verteilen sich folgendermaßen:

Vertikale Verteilung der Tiefseefische von 300—2900 Faden.

Wahrscheinl. Zahl der bekannten Arten (incl. des Süßwassers)	Familien	Tiefe nach Faden				
		301 bis 500	501 bis 1000	1001 bis 1500	1501 bis 2000	2001 bis 2900
140	Squalidae (Haie)	4	—	—	—	—
150	Rajidae (Rochen)	4	1	—	—	—
4	Holocephali (Chimären)	2	2	1	—	—
500	Percidae (Barsche)	4	—	—	—	—
120	Scorpaenidae (Drachenköpfe)	5	—	—	—	—
80	Berycidae	12	5	5	4	2
18	Trichiuridae (Haarschwänze)	4	—	—	—	—
?	Cyttidae	1	—	—	—	—
100	Trachinidae (Viperfische)	—	—	1	1	2
60	Pediculati (Armfloßer)	3	—	—	—	—
120	Cottidae (Seeskorpione)	3	3	—	—	—
30	Cataphracti (Panzerwangen)	2	—	—	—	—
16	Discoboli (Scheibenbäuche)	3	3	—	—	—
18	Trachypteridae (Riemenfische)	2	2	—	—	—
2	Lophotidae	1	1	—	—	—
14	Lycodiidae	10	5	1	—	—
80	Gadidae (Schellfische)	15	7	4	—	—
64	Ophidiidae (Schlangenfische)	5	4	8	1	4
60	Macruridae (Fadenschwänze)	20	18	8	6	3
2	Bregmacerotidae (nach Agassiz)	1	—	—	—	—
200	Pleuronectidae (Schollen)	4	1	—	—	—
20	Sternoptychidae	4	2	1	1	—
66	Scopelidae	6	—	—	—	—
16	Stomiatidae	6	10	3	2	3
165	Salmonidae (Lachse)	—	—	—	2	—
1	Bathythrissidae	1	—	—	—	—
10	Alepocephalidae	2	2	3	3	1
5	Halosauridae	1	3	1	1	1
5	Nothacanthi	2	1	1	1	—
270	Muraenidae (Aale)	9	6	7	3	1
17	Cyclostomata (Bricken)	2	1	—	—	—
	Total	137	77	44	25	17

Digitized by Google

Zehn Familien liefern alſo das Material zu der tiefſten Tiefſeefauna: die Stomiatiden, Alepocephaliden, Halosauriden, Sternoptychiden, Notacanthiden, Beryciden, Macruriden, Ophidiiden, Muraeniden und in ſehr beſcheidenem Maße die Salmoniden.

Es iſt nun von vornherein nicht anders zu erwarten, als daß die echten Tiefſeefiſche aus den verſchiedenen Familien gemeinſame Eigenſchaften infolge gleicher oder ähnlicher Anpaſſungen an gleiche oder ähnliche äußere Verhältniſſe beſitzen werden, ſodaß der Kenner mit ziemlicher Sicherheit ſagen kann, ob ein Fiſch, der ihm zum erſten Male vorgelegt wird, ein Tiefſeebewohner ſei oder nicht. Zwei Gruppen abyſſiſcher Fiſche, indeſſen ohne Verwandtſchaftsbeziehungen der einzelnen, beide zuſammenſetzenden Mitglieder untereinander, können wir unterſcheiden: echte Schwimmer und Boden- reſp. Schlammbewohner. Zwiſchen dieſen ſind natürlich die Ähnlichkeiten und Analogien, geringer und weniger zahlreich als zwiſchen den Mitgliedern derſelben Gruppe und ſie beſchränken ſich im weſentlichen auf die Färbung und die Entwicklung der Leuchtorgane.

Bei der Betrachtung der Färbung müſſen wir von den Fiſchen der ſeichteren, vom Tageslicht durchleuchteten Waſſerſchichten ausgehen. Bei dieſen Tieren iſt im allgemeinen die Urſache der Färbung, wenn wir von Schmuckfarben als den Reſultaten der geſchlechtlichen Zuchtwahl abſehen wollen, eine doppelte, vielleicht dreifache. Einmal giebt es namentlich in den Tropen einige wenige bunte Fiſche, deren Fleiſch giftig iſt, dann würden wir es wahrſcheinlich mit einer Schreck-, Warn- oder Ekelfarbe zu thun haben. Sonſt iſt im allgemeinen die Färbung der Fiſche eine Schutzfärbung, wobei ſie, wie bei den Squamipinnen (Korallenfiſchen) ſelbſt ſehr bunt und lebhaft ſein kann, denn ſie richtet ſich immer nach den ſpeziellen Umſtänden, unter denen ein Tier lebt. Damit hängt auch ihre Verteilung auf dem tieriſchen Körper zuſammen.

Pelagiſch lebende Fiſche oder Fiſchlarven ſind durchſichtig, ſelbſt bis zur Konſequenz einer farbloſen Blutflüſſigkeit (Leptocephaliden), hier

Digitized by Google

wirkt ſozuſagen die fehlende Farbe ſchützend. Die auf dem Boden lebenden Formen gleichen dieſem in ihrem Kolorite ungemein, ja ſie beſitzen (Schollen) die Fähigkeit, dasſelbe unter Einfluß des Nervus sympathicus unbewußt zu ändern und dem jeweiligen Untergrunde anzupaſſen. Andere, wie die Seenadeln, leben im Seegraſe, von dem ſie ſelbſt für ein gutes und geübtes Auge faſt nicht zu unterſcheiden ſind. Wieder andere, wie manche Seepferdchen und jene ſonderbaren mit vier, gewiſſermaßen kletterfußartigen Floſſen ausgeſtatteten Armfüßer

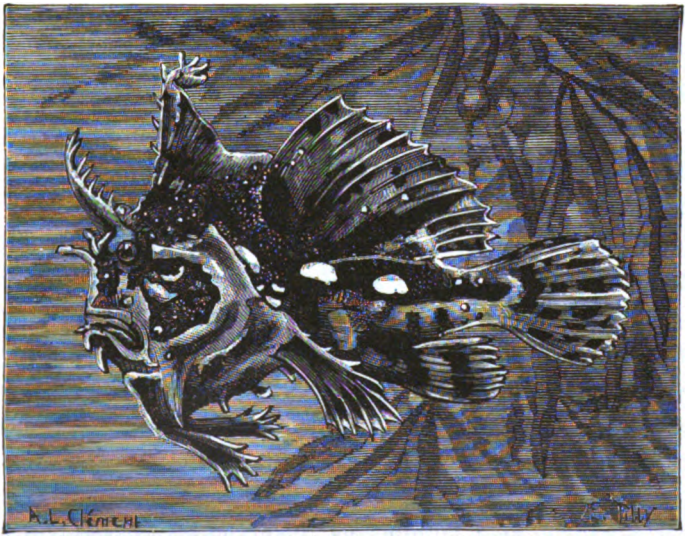


Fig. 105. Antennarius marmoratus.

(Antennarius marmoratus Fig. 105) treiben ſich in den Tangwäldern herum, die man Sargaſſoſeeen nennt und gleichen in ihrer Farbe, aber auch in ihrer phantaſtiſchen, mit allerlei flottierenden Anhängen verſehenen Geſtalt der Pflanzenwelt, zwiſchen welcher ſie hauſen, in ganz überraſchend hohem Grade. Nahe der Oberfläche ſchwimmende Fiſche ſind unten meiſt ſilbrig, oben dunkel, grau, grünlich oder bläulich, und ſehr oft verläuft die dunklere Farbe in Geſtalt von Streifen oder Bändern beſonders in querer Richtung über den Leib. So ſind die Tiere doppelt geſchützt: ein vorüberfliegender fiſchfreſſender Vogel

Digitized by Google

wird von oben das der Waſſermaſſe ſehr ähnlich gefärbte Tier, bei dem die Querſtreifung beim Schwimmen noch die Verteilung von Licht und Schatten in ſpielenden Wellen nachahmt, nur ſchwer gewahr werden, und ein räuberiſcher, kannibaliſcher Mitbewohner des Waſſers wird von unten aus dem Waſſer gegen den hellen Himmel das ſilbrig ſchimmernde Beuteſtück gleichfalls nicht leicht entdecken. Fiſche, die tiefere, zwar noch dem Sonnenlichte, aber nicht mehr dem Vogelauge zugängliche Schichten des Waſſers bewohnen, ſind ganz ſilbrig, oft mit andersfarbigen, namentlich roten Floſſen, oder erglänzen in herrlichem Blau.

Man ſollte nun erwarten, daß die Mehrzahl der Tiefſeefiſche, als dem Lichte entzogen, wie ſolche Tiere, die Höhlungen in der Erde, in Tieren und Pflanzen bewohnen, von einer indifferenten Färbung, ſchmutzigweiß, gelblich, bräunlich oder, wenn beſonders klein entwickelt, mehr oder weniger durchſcheinend wäre. Das ſind manche auch in der That, aber doch nur zirka 12 Proz. der ihrer Färbung nach bekannten Tiefſeefiſche. Nun könnte man auf die Idee kommen, daß die meiſten, aus früher entwickelten Gründen, in komplementärer Farbe zu dem vorhandenen grünlich leuchtenden organiſchen Dämmerlichte rot wären, — auch dieſe Farbe iſt vertreten, aber bei nur zirka 3,5 Proz. Ungefähr 4 Proz. zeigen Silberglanz und ein gekannter Tiefſeefiſch iſt violett. Die meiſten indeſſen (gegen 63 Proz.) ſind dunkelbraun bis tiefſchwarz, bisweilen mit helleren Floſſen.

Das iſt ſehr ſonderbar und gar nicht leicht zu erklären. Eins iſt klar: bei matter farbiger Beleuchtung wird ein ſehr dunkler bis ſchwarzer Gegenſtand auf gewiſſe Entfernung ebenſo unbeſtimmt ſichtbar ſein, wie ein komplementär gefärbter. Krebſe, Holothurien und andere niedere Tiere, auch die in ſeichten Waſſerſchichten lebenden Formen, haben meiſt rote, purpurne bis violette, öfters verſteckte Pigmente, Rot iſt ſogar die Grundfarbe der meiſten Krebſe, denn wenn die dunkeln Pigmentmaſſen, welche dieſe rote Färbung oberflächlich maskieren, durch den Tod zerſtört werden, erſcheinen ihre Panzer in der bekannten rotgelblichen bis zinnoberroten Farbe.

Wie iſt es aber mit der ſchwarzen Färbung der Tiefſeefiſche? —

Digitized by Google

Nun, wir müſſen annehmen, wie früher ſchon entwickelt, daß dieſe Tiere die modifizierten Nachkommen in ſeichterem Waſſer wohnender Urahnen ſind, müſſen alſo die Prinzipien der Färbung dieſer ſtudieren, um die jener verſtehen zu können.

Die Farben der Fiſche ſind an eigentümliche, ſehr häufig der Ausdehnung und Zuſammenziehung fähige, mehr oder weniger veräſtelte Pigmentzellen der Unterhaut gebunden. Bei allen nicht gerade roten oder orangenen Fiſchen herrſchen unter dieſen Zellen die dunkelbraunen bis ſchwarzen in ſehr bedeutendem Maße vor, ja ſie finden ſich ſelbſt noch bei den ſilberglänzenden, deren Glanz auf einem eigentümlichen, aus einer organiſchen Verbindung (wahrſcheinlich zum größten Teil Guanin) beſtehenden, aus ſehr kleinen kriſtalliniſchen Plättchen zuſammengeſetzten Überzug der Cutis oder Unterhaut, der auch die Schuppen angehören, beruht. Unter dieſem Überzuge finden ſich dunkle Pigmentzellen. Während der Entwicklung des Fiſchembryos treten dieſe verhältnismäßig ſchon zeitig, ungefähr in der Mitte ſeines Eilebens und zwar in der den Dotter überziehenden Keimhaut auf. Es iſt möglich, daß ſie hier zur Erwärmung dienen, da ja bekanntlich ſchwarze, dunkle Gegenſtände mehr Wärmeſtrahlen abſorbieren als helle. Sie ſcheinen aber von der Keimhaut aus zu wandern und vielleicht zuerſt in die noch ungeſchloſſene Leibeshöhle einzudringen, von hier aber in die Cutis zu ſteigen. Bei ſehr vielen Fiſchen finden ſich auch im ausgebildeten Zuſtande ſolche dunkle, veräſtelte Pigmentzellen in dem Bauchfelle, wie auch bei ſilberglänzenden Formen hier allenthalben und beſonders im Überzug der Schwimmblaſe eine Anhäufung der Guaninplättchen zu beobachten iſt. Es iſt möglich, daß hier nach dem embryonalen Entwicklungsleben ſogar die Bildungsſtätte jener Zellen iſt, die, wie Kerbert ſeiner Zeit nachwies, Bindegewebszellen ſind und in die oberflächlichen Schichten der Haut einwandern. Wir können nun annehmen, daß dieſe dunkelſten Pigmentzellen, welche für Tiefſeefiſche die bei der ſchwachen dämmerigen Beleuchtung ihres Aufenthaltsortes günſtigſte Farbe erzeugen, in immer ſtärkerem Maße ſich herausbildeten. Dann wird es auch erklärlich, weshalb die Rachenhöhlen bis tief in das Verdauungsrohr hinein und die Kiemenräume bei ſo vielen Tiefſeefiſchen ſchwarz ge-

Digitized by Google

färbt erſcheinen, wie es ſich ähnlich auch bei ſchwarzen Landwirbeltieren in korrelativer Entwicklung findet. Manche ſchwarze oder dunkel-

Fig. 106. Neostoma bathyphilum, aus 1150 Faden Tiefe. Beiſpiel eines ſchwarzen Tiefſeefiſches.

braune Fiſche ſollen übrigens, bevor ſie in Alkohol gelegt werden, einen prachtvollen blauen Glanz haben, ja, von einem (Alepocephalus

Digitized by Google

niger), der nach einem Spiritusexemplare ſeinen Beinamen niger (ſchwarz) erhielt, erzählt Murray, er ſei beim Fangen von hellblauer Farbe geweſen, die auf den Kiemendeckeln und den Floſſen in eine dunklere Nuance übergegangen wäre.

Gefleckte und gebänderte Tiefſeefiſche ſind verhältnismäßig ſelten und vielleicht ſind ſie die Nachkommen von noch nicht ſeit ſehr langer Zeit aus ſeichtern, tageshellen Waſſerſchichten eingewanderten Formen. Sehr intereſſant iſt eine von Günther bei Bathysaurus mollis beobachtete, vielleicht aber häufiger vorkommende Erſcheinung: ein jugendliches, aus 2385 Faden Tiefe ſtammendes Exemplar dieſer Fiſchart, die im ausgewachſenen Zuſtande ganz weißlich erſcheint, war mit vierzehn ſchmalen, dunkeln Querbinden geziert, gewiß ein ontogenetiſcher Beweis, daß auch die voll entwickelten Ahnen des jetzt hellen Fiſches einſt ähnlich gezeichnet geweſen ſein werden. Merkwürdig ſind auch die Verhältniſſe, unter denen bei den Arten der Gattung Chlorophthalmus die Färbung je nach den Tiefen auftritt: Ch. Agassizii und nigripinnis kommen bei 120 bis 150 Faden vor; erſtere iſt braun mit im Quincunx geſtellten Flatſchen, letztere ſilbrig mit undeutlichen verſchwommenen Flecken, — productus (315 Faden) iſt „einfarbig“ und gracilis aus Tiefen von 1100 bis 1423 Faden iſt gleichmäßig braunſchwarz.

In der Regel können wir auch ſehen, daß bei Tiefſeefiſchen die Farbe auf dem ganzen Körper, abgeſehen von den Finnen, gleichartig entwickelt iſt: jenes Anpaſſungsbedürfniß, das bei den der Oberfläche ſehr nahe lebenden Arten eine Verteilung als dunklere Ober- und hellere Unterſeite nötig machte, fiel unter den neuen Exiſtenzbedingungen weg. Es giebt aber bemerkenswerte Ausnahmen. So ſind die Arten von Halosaurus, in der Verteilung der dunkleren und helleren Farbentöne verſchieden: H. Owenii (vertikales Vorkommen unbekannt, wahrſcheinlich nicht ſehr tief), iſt oben braun, unten ſilbrig, H. macrochir (1020 bis 1375 Faden) gleichmäßig ſchwarz, H. rostratus (2750) und affinis (565) oben heller, an der Unterſeite ſchwärzlich. Diplacanthopoma brachysoma (350 Faden) und Dibranchus atlanticus (360 Faden) ſind oben dunkler als unten, Bathydraco antarcticus (147 Faden), Macrurus crassiceps (520) und denticulatus (275—520) umgekehrt

Digitized by Google

oben hell, am Bauche ſchwarz. Die mit dem Bauche auf dem Boden liegenden Rochen der Tiefſee verhalten ſich ſehr ungleich, manche ſind, wie die Mehrzahl ihrer Verwandten aus flacherem Waſſer, oben dunkel, unten hell, aber manche (Raja isotrachys, 361 Faden und nidrosiensis 150—200 Faden) umgekehrt unten dunkler. Die Schollen, welche aſymmetriſch eine Körperſeite dem Grunde zuwenden, zeigen in ſeichtem Waſſer dieſe farblos, die andere aber mit hochentwickelter Schutzfärbung, aber eine, wahrſcheinlich ſchon ſeit langer Zeit in die Tiefe (bis zu 400 Faden) eingedrungene Form (Pseudorhombus boops) iſt gleichmäßig gelbweiß; der Aalbutt (Pleuronectes cynoglossus) geht zwar noch tiefer (bis 732), iſt aber keine typiſche Tiefſeeart, ſondern findet ſich auch in ſeichterem Waſſer, gelegentlich ſelbſt in der weſtlichen Oſtſee (in der Eckernförder Bucht) und hat eine bedeutende individuelle vertikale Verbreitung.

Von noch höherem Intereſſe als die Farben ſind andere Erſcheinungen, welche an und in der Haut zahlreicher Tiefſeefiſche wahrnehmbar ſind, die Leuchtorgane.

In der Haut der Fiſche findet ſich allgemein ein ſehr eigentümlicher Apparat oder eine Gruppe von Organen, die ſog. Seitenlinie, welche am Kopf ihren Urſprung nimmt. Hier beginnt, wenn die Verhältniſſe typiſch ſind, ein Kanal unterhalb des Maules und zieht jederſeits nach hinten, um mit einem andern Kanal, der das Auge ringförmig umgiebt, in Verbindung zu treten. Die beiderſeitigen Ringkanäle vereinigen ſich auf dem Hinterhaupte und jeder giebt einen entlang des Rumpfes bis zum Schwanze verlaufenden, faſt immer unpaaren Seitenkanal ab. Dieſe Kanäle haben von Stelle zu Stelle kurze, die Haut, reſp. die einzelnen Schuppen frei nach außen mittels Poren durchbrechende und an der Seitenlinie entſprechend einem Wirbelabſchnitte metamer angeordnete Nebenkanäle. Innen beherbergen die Kanäle eine eigenartige ſulzige, waſſerhelle Maſſe und die offenſtehenden Nebenkanäle erweitern ſich nach hinten in eine Ampulle, aus deren Grunde ſich ein typiſcher Nervenendapparat mit Nervenzellen und Sinneshaaren erhebt. Am Kopfe werden dieſe Ampullen vom Nervus trigeminus, an der eigentlichen

Digitized by Google

Seitenlinie von einzelnen Fasern des Seitenastes des Nervus vagus innerviert.

Dieses Organsystem, um dessen Erforschung sich besonders Leydig, F. E. Schulze und Solger verdient gemacht haben, entwickelt sich in eigentümlicher Weise. Bei ganz jungen Knochenfischen ist noch nichts von einem mit ihm verbundenen Kanalsystem zu bemerken, es besteht vielmehr aus kleinen, frei aus der Oberfläche der Haut hervorragenden Erhöhungen, welche aus Nervenzellen mit je einem steifen haarartigen Fortsatze zusammengesetzt sind. Ihr hinteres, mit dem betreffenden Nerven verbundenes Ende steckt in einem zarten Becherchen oder Röhrchen. Oberhalb und unterhalb dieser Reihe verdickt sich nun das umgebende Gewebe der Haut, sodaß jene in eine Rinne zu liegen kommt. Dann verwachsen die Ränder dieser über die Zwischenräume zwischen den einzelnen Nervenhügelchen weg und bilden einen Kanal. Meist legen sich auch die Schuppen um den Ausgang je eines so zustande gekommenen Nervenkanals derartig an, dass in ihrer Mitte eine schlitzförmige Zugangsöffnung zu demselben frei bleibt. So hat das Wasser Zutritt zu dem Kanalsystem und damit auch zu den in ihm eingeschlossenen Nervenhügelchen.

Ein so merkwürdiger Apparat konnte natürlich auch den älteren Anatomen nicht unbekannt bleiben und er ist mannigfach untersucht worden, aber die Ansichten über seine physiologische Bedeutung und seine morphologischen Beziehungen waren und sind zum Teil noch heute sehr verschieden. Die ältern Forscher, ein Stenson, Redi, Lorenzini, Perrault am Ende des 17., ein Monro und Camper im 18., ein Cuvier, Wagner, Savi in diesem Jahrhundert sahen in ihm ein drüsiges Gebilde mit der Funktion, Schleim abzusondern, aber schon der große weitblickende Gottfried Reinhold Treviranus (1776 bis 1837) und nach ihm Jacobson hielten diese Apparate wenigstens bei den Haien und Rochen für nervöser Natur und sprachen sie als Sinnesorgane an.

Zuerst war es (1850) Leydig, jener ausgezeichnete Mikroskopiker, dem die Wissenschaft so viel verdankt, der diese Gebilde ge-

Digitized by Google

nauer unterſuchte und ihre nervöſe Natur nachwies. Er faßte ſie als ein „Organ des ſechſten Sinnes“ auf. Manche ſehen in ihnen eine beſondere Art von Nervenendigungen, die auf chemiſche Reize reagiren, etwa riechen oder in die Ferne ſchmecken ſollen, andere betrachten ſie als Taſtapparate, ja einzelne ſchreiben ihnen die Vermittlung einer Art bathymetriſchen Empfindens zu, das dem Fiſche, indem es den Druck der auf ihm laſtenden Waſſerſäule angiebt, anzeigen ſoll, in welcher Entfernung er ſich von der Oberfläche ſeines heimiſchen Elementes befindet.

Man ſieht, die Anſichten weichen betreffs der phyſiologiſchen Leiſtung dieſer Apparate ſehr auseinander, aber alle gründlichen Unterſucher derſelben ſind darin einig, daß es keine Drüſen, ſondern Endgebilde des Nervenſyſtems ſind.

Auch die Leuchtorgane der Tiefſeefiſche, vielfach gedeutete und viel umſtrittene eigentümliche Gebilde ſcheinen in das Gebiet der Seitenlinien zu fallen. Dieſelben ſind nach der Unterſuchung von Günther nicht gleichmäßig unter die verſchiedenen Familien der Fiſche der Meerestiefe in der Art ihres Auftretens verteilt, und es iſt bemerkenswert, daß ſie da fehlen, wo das Syſtem der „Schleimkanäle“ als ſolches ſtark entwickelt iſt: ſo haben Macruriden und Ophidiiden keine beſondern Leuchtapparate, aber vielleicht leuchtet gerade bei ihnen der ſo reich vorhandene Schleim im Ganzen. Die Halosauri haben eine breite Seitenlinie mit deutlich entwickelten Leuchtorganen und unter den Carangiden und Alepocephaliden iſt je eine Art damit ausgeſtattet. Unter den Pediculati ſind ſolche Leuchtherde eine gemeine Sache und ſie wirken hier als ein Anlockungsmittel für andere zur Beute dienende Fiſche. Sehr häufig ſind ſie auch bei den Sternoptychiden, Scopeliden und Stomiatiden, müßen hier aber als wahre Laternen zur Erleuchtung der Umgebung aufgefaßt werden. Bei den aalartigen Fiſchen kommen ſpezifizierte Leuchtvorrichtungen nicht vor, aber ſie beſitzen doch bisweilen, wie geſagt, ein hoch entwickeltes Syſtem von „Schleimkanälen“. In ihrer einfachſten Art treten ſolche Leuchtorgane als unzählige kleine, mehr oder weniger aus der Haut hervorragende Höckerchen auf, welche

Digitized by Google

in Querreihen, entſprechend der Segmentation der Seitenmuskulatur angeordnet, die Körperſeiten bedecken (bei Echiostoma, Opostomias, Pachystomias, Photonectes und Malacosteus) und Günther vermutet, daß die feinen, über die ganze Haut mancher Ceratias-Arten verteilten Poren die Ausführungsgänge von Drüſenſchläuchen ſind, in denen leuchtender Schleim abgeſondert wird. Größer, weniger zahlreich und mehr aus der Haut hervorragend ſind ſie bei Xenodermichthys und noch höher differenziert erſcheinen ſie (bei ſehr vielen Gattungen) als augenähnliche, im Leben rote und grüne Flecken in zwei Reihen an der Unterſeite des Körpers, dann am Kopf und den Kiemendeckeln. Bloß in der Familie der Sternoptychiden und Scopeliden finden ſich große, runde, flache Organe von eigentümlichem Perlmutterglanze, und bei einer Reihe anderer Formen aus ſehr verſchiedenen Geſchlechtern treten ſie an verſchiedenen Stellen auf, nämlich: an der Seite des Rumpfes, an der Rücken- und Bauchſeite des Schwanzes, in der Nähe von und ſelbſt in der Kiemenſpalte, zwiſchen Augen und Maul, an der Spitze der Schnauze, an den Barteln und an Floſſenſtrahlen. Bei Anomalops, Echiostoma, Malacosteus etc. liegen ihrer als große, ovale Drüſenmaſſen in beſondern Niſchen unterhalb des Auges. Der Leuchtapparat an der Rückenfloſſe mancher Pediculati ſtellt eine Höhlung dar, aus deren Öffnung ein Tentakel oder Faden hervorragen kann. Halosaurus hat ſeine Lichterchen in einer einfachen Reihe an jeder Seite des Körpers, entſprechend der Seitenlinie, in deren Schuppen ſie auch liegen, und am Kopfe folgen ſie den untern Verzweigungen des Schleimkanal-Syſtems. Endlich findet ſich noch bei Ipnops ein ſeltſames Organ am Kopfe, deſſen morphologiſcher Wert noch vollkommen unklar iſt, das von Günther aber phyſiologiſch als ein Leuchtapparat betrachtet wird. Dasſelbe iſt von Moſeley ſehr gründlich beſchrieben worden. Es beſteht nach dieſem Forſcher aus zwei genau ſymmetriſchen Hälften, die oben ſeitlich rechts und links von der Mittellinie auf der abgeflachten Oberſeite des Kopfes liegen und von der äußerſt dünnen und durchſichtigen, aus Haut und Hautknochen beſtehenden Decke des Schädels überwölbt ſind. An der dünnſten Stelle iſt die Knochenſubſtanz netzartig durchbrochen. Das Organ ſelbſt iſt in allen ſeinen Teilen von gleichmäßiger

Digitized by Google

Beſchaffenheit. Sieht man es von oben an, ſo erſcheint ſeine Oberfläche wie ein Moſaik kleiner Sechsecke von zirka 0,04 mm Durchmeſſer, die ſich bei reflektiertem Lichte wie ſchimmernde weiße, einzelne Plättchen ausnehmen. Dies iſt der oberflächliche Ausdruck von ſechsſeitigen glashellen Säulen, die mit großer Regelmäßigkeit in Reihen angeordnet und unten auf einem Lager von pigmentiertem Bindegewebe ruhend das ganze 0,04 mm hohe hautartig ſich ausbreitende Organ bilden. Jedes dieſer Säulchen beſteht aus 30—40 durchſichtigen Stäbchen, die mit ihren Seiten dicht aneinander gelagert rechtwinklig zur Oberfläche des Organs ſtehen, und ruht mit ſeinem Fußende auf einer ſechseckigen, ſchüſſelartig gebogenen Pigmentzelle von der gleichen Größe wie das Säulchen. Das Außenende eines jeden Stäbchens der Säulchen iſt bedeckt mit einer gleichfalls ſechseckigen, mit einem großen Kerne verſehenen Zelle. So ſetzt ſich jedes Organ aus drei Lagen in der Richtung von oben nach unten zuſammen, aus ſechseckigen Außenzellen, aus von Stäbchen gebildeten Säulchen und aus Pigmentzellen, und wird dabei von ſehr zahlreichen kleinen Blutgefäßen der Quere nach durchſetzt. Von den großen Pigmentzellen des Bodens ſteigen zwiſchen den Unterteilen der Säulchen Fortſätze nach oben, welche dieſelben mit einem pigmentierten Netzwerk umgeben. Das ganze Organ liegt auf einer Lage von Bindegewebe, aus der es feine Nervenfäſerchen erhält.

Im übrigen iſt Ipnops Murrayi abſolut blind, indem auch die geringſte Spur eines rudimentären Auges fehlt, und Moſeley weiſt die Vermutung, daß etwa jene Organe veränderte Augen ſeien, beſtimmt von der Hand. Die Nerven, welche dieſelben verſorgen, kommen vom fünften Nervenpaare, und ſonſt iſt keine Spur von anderen Nerven in und an ihnen zu entdecken, was es wohl überhaupt ausſchließen dürfte, in dieſen Gebilden Sinnesorgane ſehen zu wollen. Auch elektriſche Organe ſollen es nach Moſeley nicht ſein, da zwiſchen den einzelnen ſechsſeitigen Säulchen der Innenmaſſe die iſolirten Lagen von Bindegewebe fehlen, die gerade für die elektriſchen Organe ſo charakteriſtiſch und bedeutungsvoll ſind, und daher ſieht Moſeley wie Günther in dieſen ſonderbaren Bildungen Leuchtapparate.

Ich muß geſtehen, daß ich noch nicht völlig überzeugt bin, ob wir

Digitized by Google

es hier am Ende doch nicht mit elektrischen Organen anstatt mit Leuchtapparaten zu thun haben, vielleicht sind diese sonderbaren Platten beides zugleich. Elektrische Organe und die Fähigkeit, elektrische Schläge auszuteilen sind bei Fischen vielleicht weiter verbreitet, als man glaubt. A. Agassiz erzählt, daß er nebst Kommandant Bartlett von einer Schellfischform (Phycis regius), welche aus einer Tiefe von 233 Faden lebend heraufgebracht worden war und von ihnen angefaßt wurde, einen heftigen Schlag erhalten habe. Man könnte auch die Frage aufwerfen, gesetzten Falles, es wären jene Kopforgane von Ipnops Leuchtapparate, zu was braucht ein blinder Fisch dieselben? Dem könnte entgegnet werden, daß wohl das Leuchten der meisten niederen Tiere den Zweck hat, als ein Warn-, Schreck- oder Ekelmittel ganz anolog den lebhaft und auffallend bunten Farben vieler das Land und seichtere Wasser bewohnender Tiere zu dienen und die Träger als ungenießbar räuberischen Aufenthaltsgenossen zu kennzeichnen.

Von Lendenfeld unterscheidet bei den zwölf von ihm daraufhin untersuchten Tiefseefischen zwei Hauptgruppen von Leuchtorganen: unregelmäßig drüsenförmige und regelmäßig augenähnliche (ocellar), welche indessen bei einer und derselben Art gleichzeitig auftreten können. Die ersteren sind große, massige, von v. Lendenfeld „Drüsen" genannte Gebilde, welche eine unregelmäßige Gestalt und Lage haben. Sie treten einmal zerstreut über den ganzen Körper auf und stehen bei Astronesthes niger an den Seiten des Körpers, wo sie sich auch äußerlich durch unregelmäßig gestaltete weiße Flecken verraten. Ihrem innern Baue nach bestehen sie aus vertikalen, mit körnigen Zellen erfüllten Röhren. In anderen Fällen finden sich ähnliche Organe an bestimmten Körperstellen, so am Unterkiefer von Argyropelecus hemigymnus und Sternoptyx diaphana, an unpaaren Barteln von Opostomias micripnus und Pachystomias microdon und bei ersterem ist auch noch der erste Strahl der Brustflosse in einen biegsamen Faden umgewandelt, der mit einem ähnlichen Organe versehen ist. Halosaurus macrochir hat, abgesehen von anders beschaffenen und anders gelegenen Leuchtorganen, derartige unregelmäßige drüsenartige Massen am Kiemendeckel, Astronesthes niger, Opostomias micripnus und Malacosteus

Digitized by Google

niger aber unterhalb des Auges. Bei letzterem, der auf der Expedition des Talisman lebend zur Beobachtung kam, haben die beiden

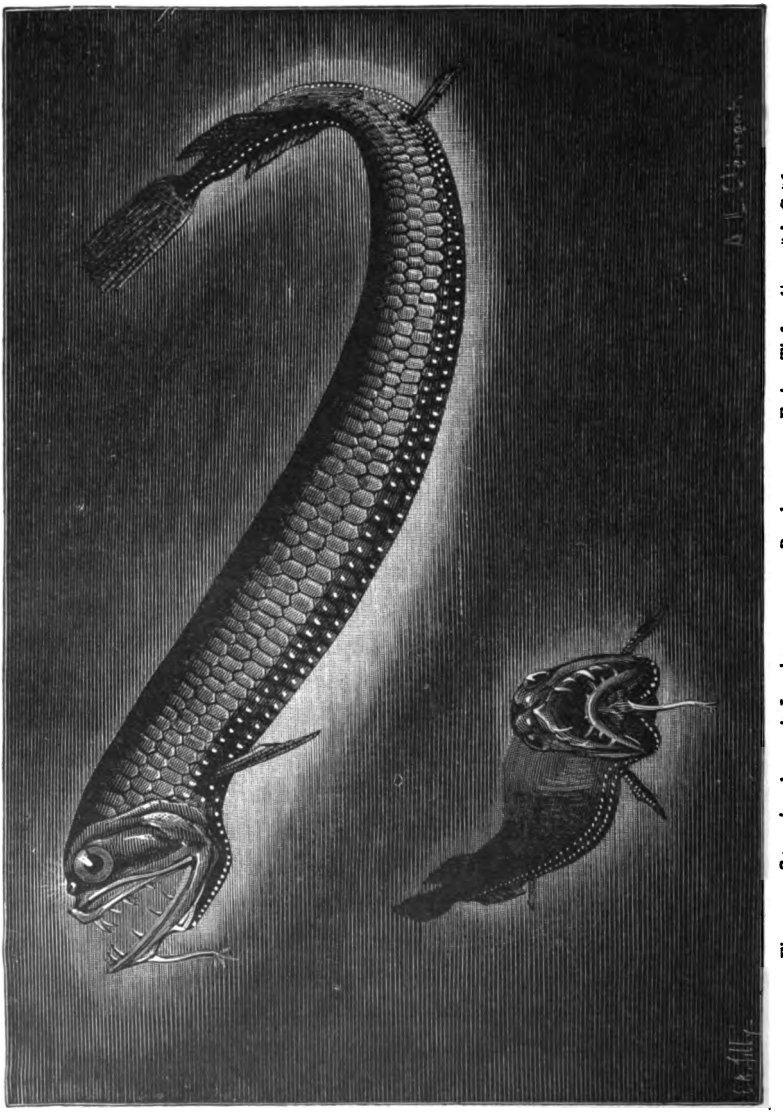


Fig. 107. Stomias boa mit Leuchtorganen am Bauch, aus 500 Faden Tiefe. 1/2 natürl. Größe.

Leuchtflecken (Fig. 108) zweierlei Licht, das obere ein schimmernd gelbliches, das untere ein grünes. Ähnliche Organe liegen bei Echi-

Digitized by Google

ostoma barbatum, Pachystomias microdon, Malacosteus indicus und Scopelus Benoiti an der nämlichen Stelle, ſind aber

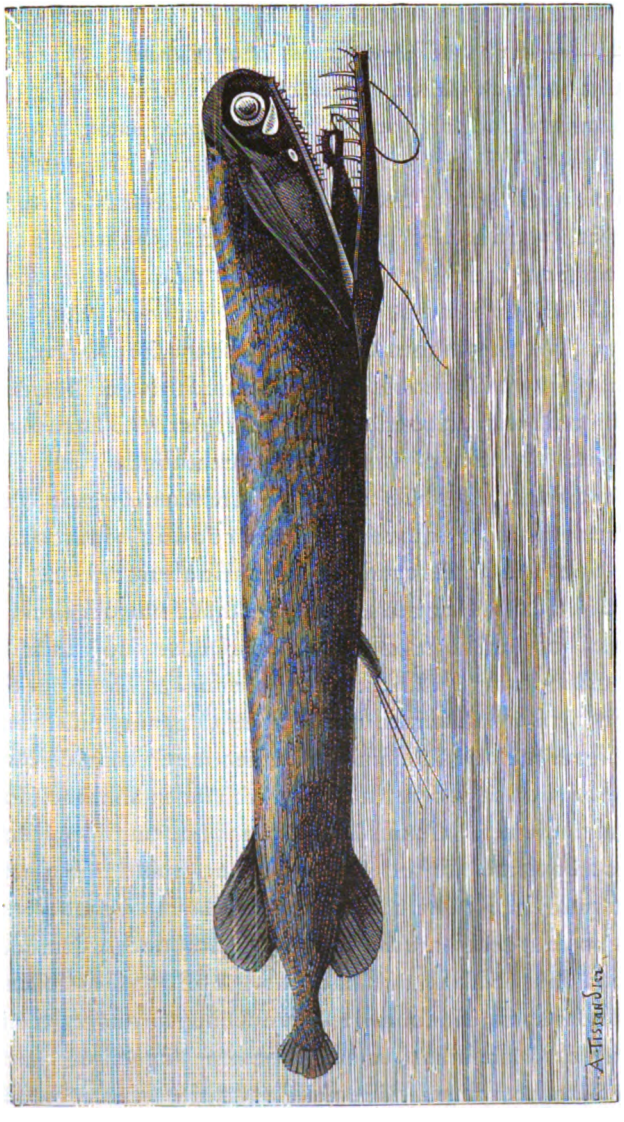


Fig 108. Malacosteus niger.

komplizierter gebaut. Jedes zerfällt nämlich in zwei hintereinander gelegene Abſchnitte, einen äußeren cylindriſchen und einen inneren run-

Digitized by Google

den, der mit jenem nur mittels eines ſchmalen Halſes in Verbindung ſteht und von einer ſehr dicken, ſilberglänzenden, das entwickelte Licht jedenfalls ſehr ſtark reflektierenden Kapſel umgeben iſt. Durch dieſe treten Nerven und Gefäße an das Organ, das hauptſächlich aus radiär angeordneten, mit körnigen Zellen ausgekleideten Röhren beſteht.

Die ocellaren Leuchtorgane von regelmäßiger Geſtalt ſind entweder mehr oder weniger ungleichartig über den ganzen Körper zerſtreut oder ſie befinden ſich in resp. auf den Schuppen der Seitenlinien. In erſterem Falle können ſie einfach oder zuſammengeſetzt ſein und ſind meiſt in die Haut eingeſenkt, bei Xenodermichthys nodulosus indeſſen ſind ſie als ovale Körper mittels eines Stieles mit der Haut verbunden. In ſie treten hier verhältnismäßig ſehr anſehnliche Nerven, und ihr innerer oder hinterer Abſchnitt wird von einer ſtarken Pigmentſchichte umhüllt, während ihr vorderer aus kolbenartigen, der Länge nach angeordneten Zellen beſteht und von einer durchſichtigen Haut überzogen wird. In der Regel ſind dieſe einfachen ocellaren Organe (bei Echiostoma barbatum, Pachystomias microdon, Malacosteus indicus, Astronesthes niger und Opostomias micripnus) von einer ſackartigen, in die Haut eingeſenkten Pigmenthülle umgeben und beſtehen innerlich auch aus mit körnigen Zellen angefüllten und radiär angeordneten pyramidenförmigen Röhren, die aber in der Mitte des mit einer durchſichtigen Haut äußerlich überdeckten Organes nicht mit ihren Spitzen aneinander ſtoßen, ſondern hier einen leeren centralen Raum umgeben. Opostomias micripnus hat auch noch ähnliche Organe aber ohne Pigmentmantel, die an den Seiten und auf dem Rücken des Körpers des ſchwarzen Fiſches als zahlreiche weiße Punkte erſcheinen.

Die zuſammengeſetzten regelmäßigen ocellaren Organe können entweder mit einem reflektoriſchen Apparate verbunden ſein oder nicht. Im letzteren Falle beſtehen ſie nach von Lendenfelds jedenfalls am reichſten Materiale vorgenommenen Unterſuchungen aus zwei hintereinander gelegenen Abſchnitten, einem vorderen kugeligen, aus den bekannten radial angeordneten Röhren, die auch hier einen centralen Hohlraum zwiſchen ſich laſſen, gebildeten und einem hinteren, von jenem durch eine Einſchnürung äußerlich und durch eine zwiſchengelagerte, aus großen

Digitized by Google

runden Zellen zuſammengeſetzte linſenförmige Scheibe innerlich geſchiedenem von Bechergeſtalt, in dem die Röhren longitudinal verlaufen. Solche Organe beobachtete v. Lendenfeld in zwei Längsreihen angeordnet, auf jeder Seite des Körpers von Opostomias micripnus, Echiostoma barbatum, Astronesthes niger und Pachystomias microdon. Bei Argyropelecus hemigymnus, Sternoptyx diaphana und Scopelus Benoiti ſind ähnliche Organe, auf deren feinere mikroſkopiſchen Verhältniſſe wir hier unmöglich eingehen können, von einer mächtigen Pigmentlage und einer ſtark ſilberglänzenden Schicht, einem Reflektor umhüllt.

Was endlich die Leuchtorgane von Halosaurus macrochir und rostratus betrifft, ſo giebt von Lendenfeld von ihnen folgende Beſchreibung:

Sie bilden an jeder Seite des Körpers eine einfache Reihe oberhalb der großen Seitenlinie, in der die Schuppen weit größer als am übrigen Körper ſind und von Membranen bedeckt werden. Jede dieſer Schuppen iſt außen mit einer vertikalen Querrippe verſehen, hinter welcher nach außen gerichtet ein anſehnliches, weißes, ſpindelförmiges Polſter von 1 mm Breite und bis zu 2 bis 3 mm Länge liegt. Im baſalen Teile beſteht dasſelbe aus einer von Nerven und Gefäßen gebildeten, mit zahlreichen multipolaren Ganglienzellen durchflochtenen Schichte, auf welcher ſchlanke ſpindelförmige Zellen ſitzen, die nach außen auseinanderſtrahlen, an die Membrane herantreten und in Faden ausgezogen unter ihr ſich verbreiten. Unterhalb dieſes Organs iſt jede Schuppe von einem ſchräg aufſteigenden Kanal durchbohrt, durch welchen Nerven und ſtarke Blutgefäße hindurch treten.

Die Hauptreſultate ſeiner Unterſuchung faßt von Lendenfeld folgendermaßen zuſammen:

1) Die phosphoreszierenden Organe der Fiſche ſind mehr oder weniger modifizierte Drüſen, die ſich zum Teil aus einfachen Schleimdrüschen der Haut, zum Teil aber auch in Verbindung mit dem Syſtem der Schleimkanäle entwickelt haben.

2) die in ihnen beobachteten typiſchen Zellen von Keulenform ſind modifizierte Drüſenzellen.

Digitized by Google

3) Die in ihnen vorkommenden ſphinkterartigen Häutchen und acceſſoriſchen Reflektoren gehören der um und unter der Drüſe befindlichen Haut an.

4) Sie werden von gewöhnlichen Hautnerven innerviert, und die bei Echiostoma, Anomalops, Malacosteus etc. vorkommende Leuchtmaſſe unterhalb des Auges wird von einem modifizierten Aſt des Nervus trigeminus verſorgt.

Günther ſelbſt macht über dieſe Leuchtorgane noch einige phyſiologiſche und biologiſche Bemerkungen. Einmal kann, nach der Meinung dieſes Forſchers, das Licht dazu dienen, den Fiſchen wirklich zu leuchten. Diejenigen, die ohne beſonders differenzierte Organe einen leuchtenden Schleim im ganzen oder aus zahlloſen feinen Hautporen abſondern, thun das ohne Einfluß ihres Willens, vielleicht immer, wenn ſie in Thätigkeit ſind, während bei der Ruhe und während des Schlafes das Licht verſchwinden mag. Aber bei den Fiſchen, wo dieſe Organe eine hohe Entwickelung aufweiſen, unterliegen ſie in ihren Leiſtungen ſicher dem Willen des Trägers, nur ſo hat die Leuchtfähigkeit Bedeutung und Nutzen, denn wäre ſie ununterbrochen in Thätigkeit oder könnte nicht ſofort eingeſtellt werden, dann würden die betr. Fiſche dadurch leicht Beuteſtücke nachſtellender Feinde. Namentlich die großen, unterhalb der Augen angebrachten Lichter (wie z. B. bei Anomalops), werden ihre Strahlen in die Richtung, in welcher der Fiſch nach Beute ſchwimmt, vorauswerfen. Gewiß iſt auch der Grad der Leuchtkraft ein ſehr verſchiedener, von einem allgemeinen matten Schimmern bis zu kräftiger, weit hindringender Helligkeit, wie ſie zweifelsohne die hochorganiſierten, umfangreichen Apparate unterhalb des Auges der Stomiatiden und an der Seitenlinie der Haloſauren entwickeln.

In andern Fällen, wenn die Leuchtorgane auf Floſſen, Barteln, einzelnen fadenförmigen Floſſenſtrahlen oder Tentakeln ſtehen, haben ſie, nach Günther, wahrſcheinlich die Funktion, andere Tiere und damit die geeignete Beute herbeizulocken, denn bekanntlich werden Waſſertiere ſehr allgemein durch helles Licht angezogen, und viele der mit ſolchen Vorrichtungen verſehenen Fiſche könnten von denſelben, da ihre

Digitized by Google

Augen ſehr rudimentär ſind, als Laternen auf ihren Wegen keinen Gebrauch machen.

Mir ſcheint v. Lendenfelds Auffaſſung dieſer Organe als modifizierter Drüſen doch nicht ganz über jeder Möglichkeit einer Anfechtung zu ſtehen. Die Seitenapparate der übrigen Teleoſtier ſind weder ihrem Baue noch namentlich ihrer Entwicklung nach Hautdrüſen, ſondern werden durch nervöſe, wie in einem echten Sinnesorgane endigende Elemente bedingt und die Leuchtorgane ſind zum Teil (am deutlichſten bei den Haloſauriern), das hebt auch v. Lendenfeld hervor, bloße Modifikationen jener alten Seitenapparate. Unſer Autor meint, daß in den höher entwickelten Leuchtorganen der Tiefſeefiſche das „Sekret“ nicht ſelbſtändig leuchte, ſondern erſt unter dem aktiven Eingriffe von ſeiten der Spindel- und Keulenzellen, — ich glaube, daß das Sekret überhaupt nicht leuchtet, ſondern, daß dieſe ſulzige Kutikularbildung wie in den Seitenorganen der gewöhnlichen Knochenfiſche zum Schutze der darunter befindlichen nervöſen Endapparate entwickelt iſt und daß die willkürlich wirkende Leuchtkraft in dieſen ſelbſt zu ſuchen ſei.

Neben dieſen aus nervöſen Endapparaten hervorgegangenen Leuchtorganen mögen, darin ſtimme ich Günther und v. Lendenfeld bei, auch wirkliche Hautdrüſen vorkommen, die einen matt phosphoreszierenden Schleim abſondern. Aber das iſt doch ganz etwas anderes! Das iſt derſelbe Unterſchied, den Quatrefages vor ſchon beinahe vierzig Jahren bei manchen leuchtenden Ringelwürmern, wie erwähnt, beobachtet hatte, bei denen auch eine eigene ſchleimige phosphoreszierende Maſſe entweder auf der ganzen Oberfläche des Körpers oder durch beſondere Organe abgeſchieden wird, aber daneben konſtatierte er auch in dieſer Tierklaſſe ein nervöſes Leuchten als „eine ihrem Urſprunge nach noch unbekannte Lebensthätigkeit, welche die Bildung eines einfachen, von jeder materiellen Abſcheidung unabhängigen Lichtes veranlaßt.“

Wäre es übrigens ganz abſurd, vermuten zu wollen, daß jener leuchtende Schleim auf einer Art ſymbiotiſchen Prozeſſes beruhe? Daß winzige Organismen in ihm und ſeinen Bildungsſtätten Obdach und Nahrung fänden und daß ſie die Leuchtkraft, welche den betr. Tieren wieder zu gute käme, entwickelten?

Digitized by Google

Eine intereſſante Thatſache iſt es, daß die großen grünen Augen des ſchon erwähnten Tiefſeehaies (Centrophorus chalceus Fig. 109) als Leuchtorgane dienen und ein ſehr eigentümliches, auch am Tage bemerkbares Licht verbreiten.

Die Sehwerkzeuge der Tiefſeefiſche zeigen eine ganz ähnliche Entwicklung wie die der Tiefſeekruſter: wir finden normal-groß- und kleinäugige und daneben blinde wie Ipnops Murrayi, Typhlonus nasus (2440 Faden), Aphyonus gelatinosus (1400 Faden, auſtraliſche Gewäſſer) und mollis (955 Faden, Weſtindien); der letztere

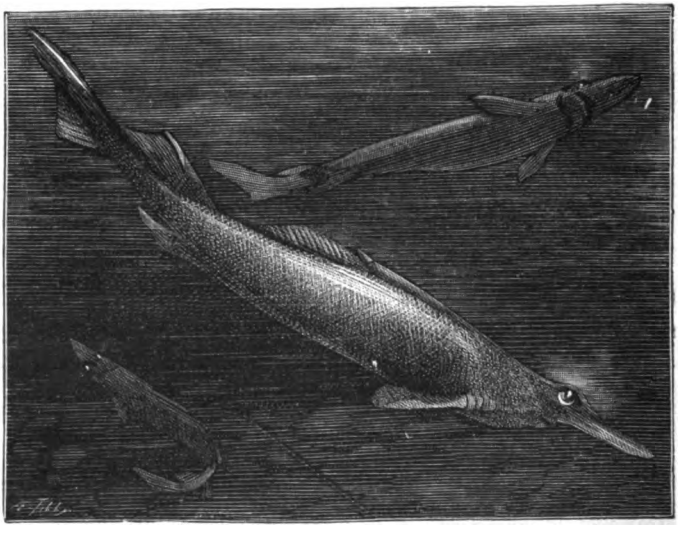


Fig. 109. Centrophorus chalceus, ein Tiefſeehai mit leuchtenden Augen.

ſoll nach Agaſſiz ein naher Verwandter der in den Höhlen Kubas lebenden Arten der blinden Fiſchgattung Lucifuga ſein.

Günther macht darauf aufmerkſam, daß die Mehrzahl der abyſſiſchen Fiſche auf ihre Augen angewieſen zu ſein ſchiene und daß beſondere Organe der Empfindung im allgemeinen weder quantitativ noch qualitativ ſtärker entwickelt ſeien als bei ſolchen, welche an der Oberfläche oder in der Nähe der Küſte leben. Es giebt aber doch eine ganze Reihe von Tiefſeefiſchen, welche einzelne Floſſenſtrahlen der Bruſt- und Rückenfloſſen zu einer bedeutenden Länge und Zartheit entwickelt zeigen, ſo

Digitized by Google

namentlich manche Macrurusformen und ganz beſonders die Arten der Gattung Bathypterois, bei denen dieſe Apparate außerordentlich

Fig. 110. Bathypterois longipes, aus 1040 Faden Tiefe, $^2/_3$ nat. Größe.

fein, gabelig geteilt und länger als der ganze Fiſch ſind, dabei können ſie ſelbſtändig bewegt werden und ſind gewiß als Taſtorgane aufzufaſſen

Digitized by Google

(Bathypterois longipes Fig. 110). Eine andere, ſehr ſchöne vom Talisman bei 1500 Faden im nördlichen atlantiſchen Ozean entdeckte Form (Eustomias obscurus Fig. 111) trägt zwiſchen den Äſten des Unterkiefers einen langen weißen Faden, der an ſeinem freien Ende zwei hintereinander gelegene Anſchwellungen zeigt. Der äußere hat ſehr zarte und kurze, in einem Halbkreiſe angeordnete, ſtecknadelartig mit einem Endköpfchen verſehene Fortſätze, welche höchſt wahrſcheinlich ſehr feine Taſtorgane ſein werden. Bei manchen der ſo ausgeſtatteten Fiſche wird es zutreffen, was A. Agaſſiz von den verlängerten Strahlen der Bruſtfloſſe von Bathypterois ſagt, „daß ſie nach vorn ausgeſtreckt und als Sondierungswerkzeuge dienen mögen und daß wir uns vorſtellen können, wie dieſe Fiſche ihren Weg in der Dunkelheit taſten und den Schlamm unterſuchen, um die in ihm verſteckten Weſen, von denen ſie ſich ernähren, zu entdecken“, — ſowie in der Erde der Maulwurf mit ſeiner nervenreichen Schnauze die Bewegung der Würmer und Engerlinge auf weithin ſpürt und die große Schnepfe ihr mit unzähligen feinen Taſtkörperchen ausgeſtattetes Schnabelende in den weichen Waldboden bohrt und die Gegenwart ihrer tieriſchen Nahrungsmittel „ſchmeckt“, wie Leydig ſo bezeichnend ſagt. An der Seite eines auf der Blake-Expedition entdeckten Fiſches Saccopharynx Bairdii, der zu einer der allerſeltſamſten Gattungen der Tiefſee gehört, ſcheint das Syſtem der Seitenlinie nach Ryder (A. Agaſſiz) ſehr ſonderbar entwickelt, indem entlang derſelben von der Schnauze bis faſt an das Schwanzende Gruppen von 4 bis 5 geſtielten Organen von Becherform ſitzen, um welche herum die Haut dunkel gefärbt erſcheint. Agaſſiz meint, die Funktion dieſer Apparate ſei wahrſcheinlich die zu taſten, „oder ſie mögen irgend eine der großen Tiefe, in welcher der Fiſch lebt, entſprechende Aufgabe zu erfüllen haben.“ Sollten es vielleicht auch Leuchtorgane ſein, ähnlich denen von Halosaurus?

Die übrigen anatomiſchen Eigentümlichkeiten der Tiefſeefiſche, ſoweit ſolche bekannt ſind, betreffen zunächſt die Reſpirations- und Verdauungswerkzeuge.

Die erſteren zeigen ſich nach Günther denen der oberflächlich hauſenden Fiſche gegenüber reduziert: die Kiemenblättchen ſind kürzer,

Digitized by Google

überhaupt weniger umfangreich, auch iſt ihre Zahl geringer, ſodaß die ganze atmende Oberfläche kleiner iſt und Günther meint, dies nötige

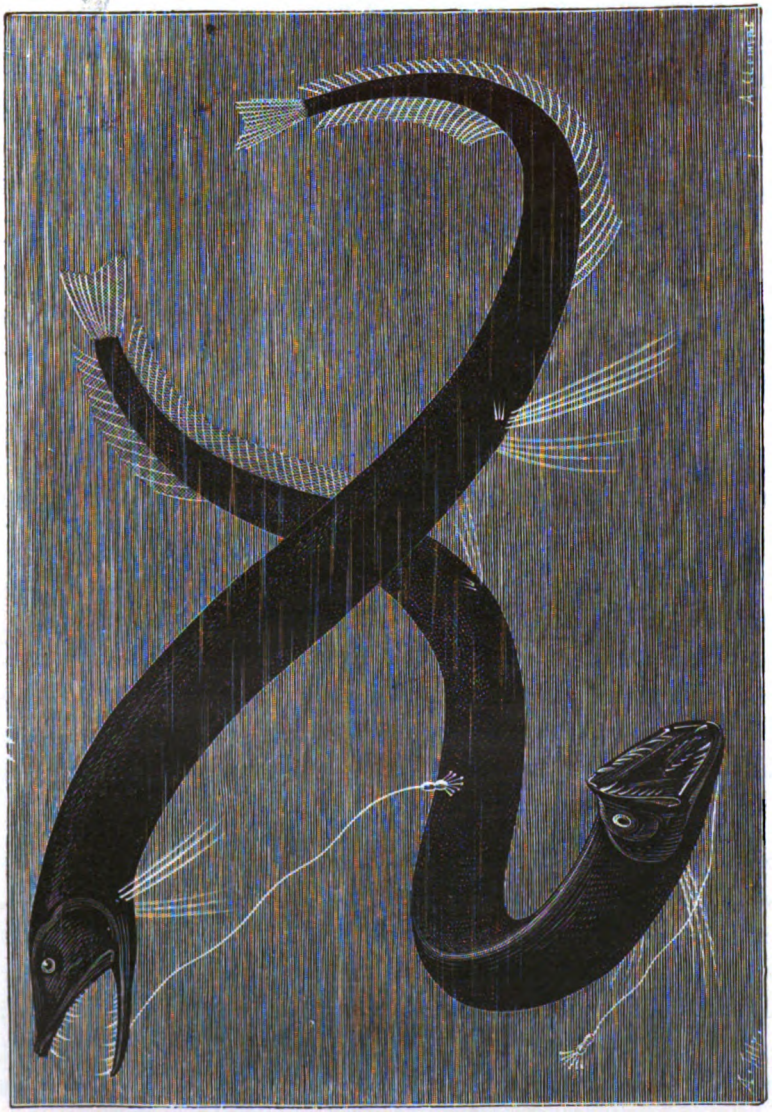


Fig. 111. Eustomias obscurus, aus einer Tiefe von 1500 Faden.

zu der Annahme, daß der Atmungsprozeß in der Tiefe ein weniger energiſcher als an der Oberfläche ſei und daß der Aufenthalt in der

Digitized by Google

niederen Temperatur der abyſſiſchen Zonen einen anderen Einfluß auf Cirkulation, Atmung, Aſſimilation und Abſcheidung ausübe als in den höher gelegenen, doch könnte man nicht mutmaßen, worauf dieſer Einfluß eigentlich beruhe und wie er wirke. Leicht möglich! — indeſſen man könnte auch denken, daß der Sauerſtofferwerb in den großen Tiefen leichter, d. h. daß das Tiefſeewaſſer eine größere, leichter verwertbare Menge dieſes Gaſes enthalte und daß dafür eine Reduktion der Atmungswerkzeuge eintreten könne.

Die Schwimmblaſe iſt in der Regel aus früher entwickelten Gründen bei den gefangenen Tiefſeefiſchen zerriſſen, alſo einer näheren Unterſuchung unzugänglich geworden, es ſcheint aber, daß bei manchen beſonders entwickelte Muskelapparate zur Regulierung ihres Volumens vorhanden ſind. Eins läßt ſich aber konſtatieren, daß der Aufenthalt in abyſſiſchen Regionen ohne entſcheidenden Einfluß auf das Vorhandenſein oder Fehlen der Schwimmblaſe iſt: ſie findet ſich bei jenen Arten, deren nächſte, das ſeichtere Waſſer bewohnende Verwandte ſie beſitzen, fehlt aber denen, bei deren oberflächlich lebenden Vettern ſie vermißt wird.

Die meiſten Fiſche der Tiefſee ſcheinen ſehr räuberiſch zu ſein, ſie zeichnen ſich vielfach durch ein weites Maul, furchtbare Zähne und geräumigen Magen aus: ein Omosudis Lowii, welcher auf der Challenger-Expedition gefangen wurde, hatte in ſeinem enorm ausgedehnten Magen einen Sternoptyx, der ebenſo lang wie ſein Verſpeiſer, dabei aber doppelt ſo dick war. Auch ein Saccopharynx enthielt einen verſchluckten Fiſch, dicker als er ſelber.

Meiſt ſind die Gewebe der abyſſiſchen Mitglieder der Fiſchklaſſe ſehr weich, die Knochen ſehr arm an Kalkſalzen, mit großen Lücken und Räumen, nur ſehr loſe miteinander verbunden, und das Muskelfleiſch iſt ſchwach und gelatinös, — d. h. ſo erſcheinen die Tiere auf der Oberfläche des Waſſers, wenn ſie den normalen Druckverhältniſſen entzogen ſind; unter dieſen werden ihre Knochen ſicher genügend feſt vereinigt und ihre Muskulatur entſprechend elaſtiſch ſein, denn von vielen dieſer Fiſche können wir aus dem Bau ihres Körpers und der Entwicklung ihrer Gliedmaßen vorausſetzen, daß ſie, energiſcher und anhaltender Be-

Digitized by Google

wegungen fähig, hurtig herumſchwimmen werden, während andere im Schlamm vergraben beutegierig lauernd ihr Daſein verbringen mögen.

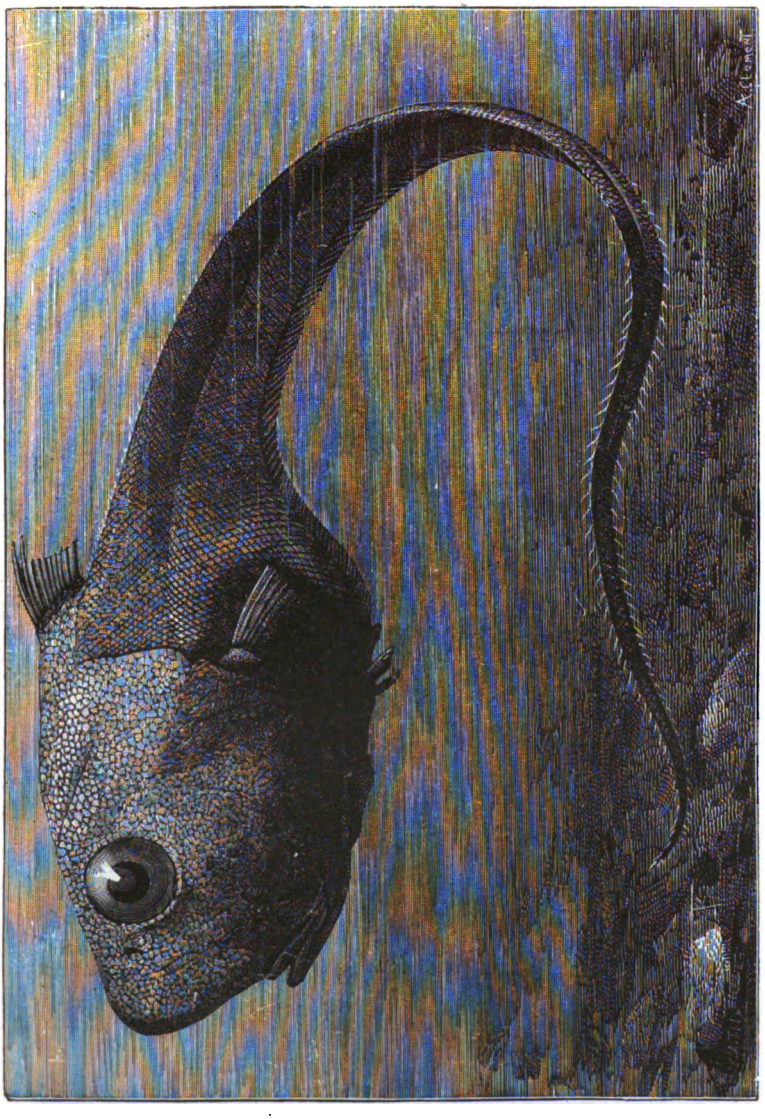


Fig. 112. Macrurus globiceps, aus 800—1400 Faden Tiefe.

So mögen die dünnſchwänzigen, großköpfigen Macruren (z. B. Macrurus globiceps Fig. 112), deren ganze Geſtalt keine große Be-

Digitized by Google

wegungsfähigkeit verrät, — ſo die plumpen dickbäuchigen Melanoceten (z. B. Melanocetus Johnstoni Fig. 113), ihren Stirnanhang als eine

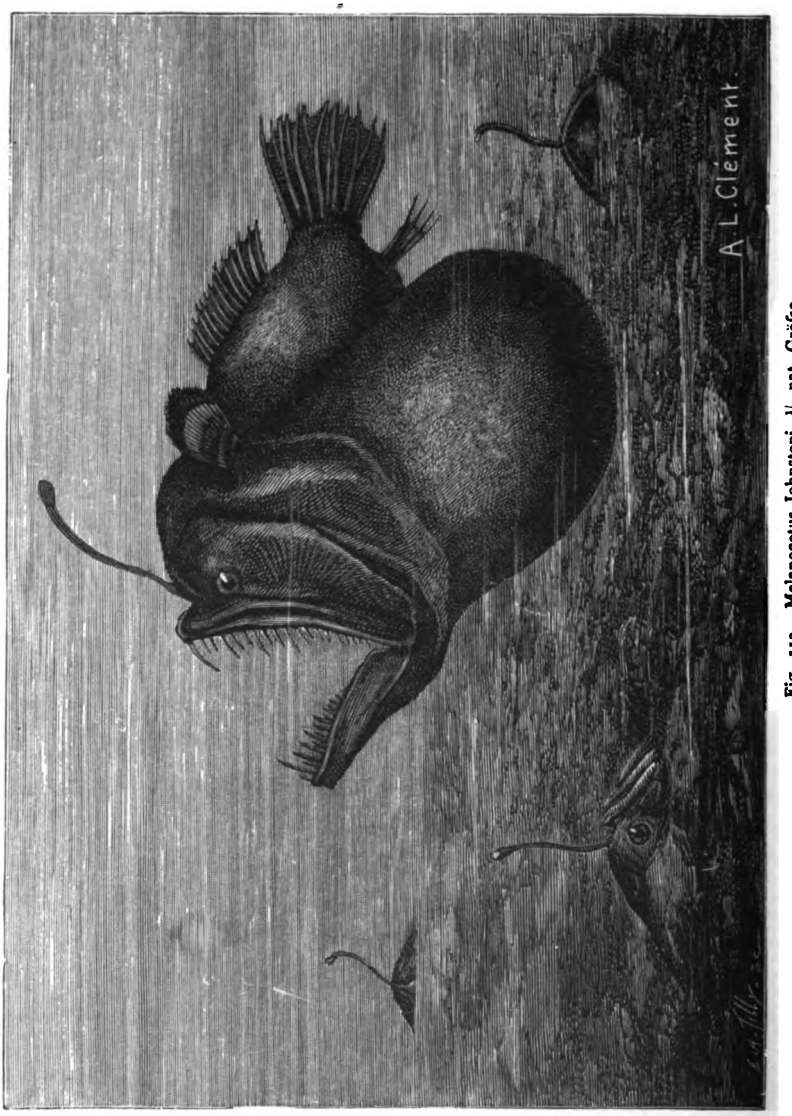


Fig. 113. Melanocetus Johnstoni, 1/3 nat. Größe.

Art Angelorgan zum Anlocken anderer Fiſche hin und wieder bewegend, ihre Tage oder beſſer ihre lebenslange Dämmernacht durchleben. Sac-

Digitized by Google

copharynx pelecanoides (Fig. 114), jenes ſeltſame Monſter, das in ſeiner Geſtalt Löffel und Trichter vereinigt, wird auf dem Boden kaum

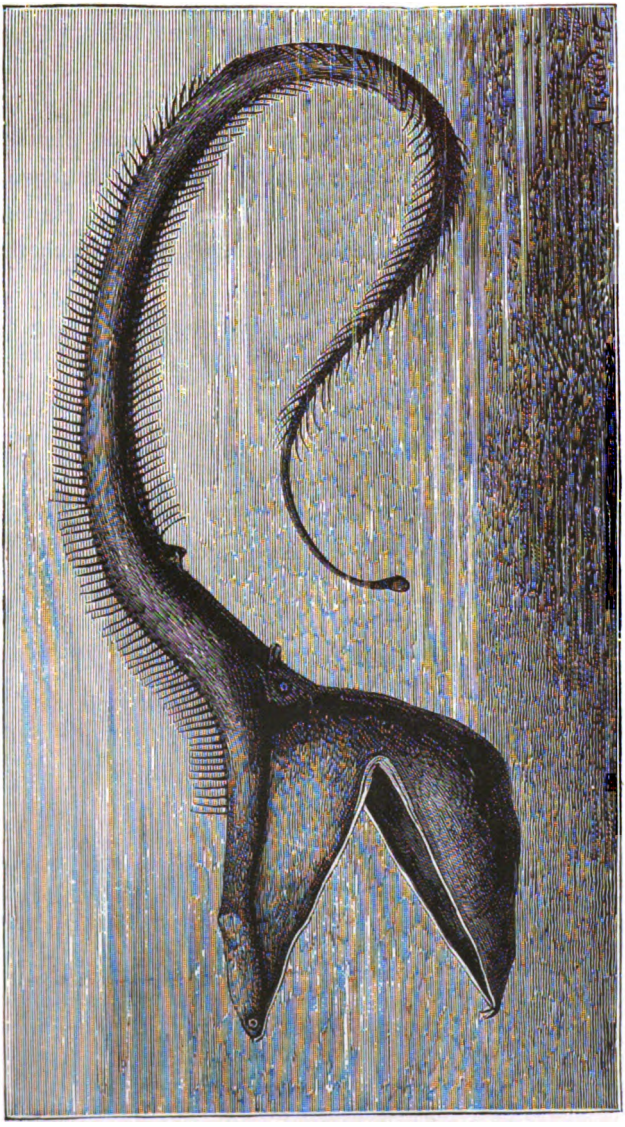


Fig. 114. Saccopharynx pelecanoides, aus zirka 1300 Faden Tiefe

mehr als kriechend ſich dahinſchlängeln können, es wird aber im Schlamme

Digitized by Google

verſteckt ruhen und ſein offenes, faſt zahnloſes ungeheures Maul aus demſelben hervorſtreckend, geduldig warten, bis ein Schlachtopfer, der Scylla eines heimtückiſch lauernden Kruſtentieres entweichend, der Charybdis dieſes furchtbaren Schlundes zu nahe kommt und ihr zum Opfer fällt.

So ſpielt auch auf dem Boden des tiefen Meeres das Drama des Lebens ſich ab: ein ewig wechſelndes Werden und Vergehen, Freſſen und Gefreſſenwerden, Hoffen und Fürchten, Lieben und Haſſen! Auch in jenen ungeheuerlichen abyſſiſchen Gründen bethätigt ſich die Wahrheit des Dichterwortes:

Auf nur zwei Axen rollt das Weltgetriebe;
Sie heiſsen, Freund: der Hunger und die Liebe.

Digitized by Google

Register.

	Seite
Abſorption roter Lichtſtrahlen durch das Seewaſſer	83
Abyla	207
Acantharia	153
Acanthin	152
Accumulator	39
Acalephae	208
Achlya penetrans	83
Actinia bellis 187; plumosa	186
Actinoloba dianthus	186
Actinotheca pellucida	187
Adriaanz	198
Agaſſiz, A., über die Ausbeute des Challenger	19
Agaſſiz, L., 20.; über Anpassung der Tiere an dauernde Finsternis	127
Agaſſizocrinus	226
Aglaophenia	200
Aglaura	203
Agnostus	262
Aitken, über Abſorption roter Lichtſtrahlen durch das Seewasser	83
Aktinien	186
Albert	246
Alcyonarien	186. 194
Alcyoncellum speciosum	175
Alecto, Dampfaviſo	294
Alepocephalus	311
Algen	130
Allman	200
Alter der Tiefſeefauna	136
Amathia	279
Amazonenſtrom führt organiſche Subſtanz in das Meer	130
Amblyops	265
Amphianthus	187
Amphidisken bei Hyalonematiden	168
Amphipoda	258
Amphiura	227
Ancorinidae	166
Ankyroderma	219
Annelides	243
Annulata	243
Anomalops	315
Anomuren	266. 273
Antedon	236
Antedonin	216
Antemorphe elegans	190
Antennarius	307
Anthea cereus	186
Anthozoa malacodermata 190; sclerodermata	190
Antipathes	194
Aphrocallistes Bocagei	177
Aphyonus	324
Aplysinidae	163
Apoda	214
Appendicularia	298
Arca	286
Archaster	233
Architeuthis	294
Arcturus	259
Argonauta	295
Argyropelecus	317

Digitized by Google

	Seite
Armfüſsler	251
Arthropoda	255
Asbjörnſon, P. K.	229
Ascandra pinus	162. 164
Ascetta primordialis	162. 164
Ascidien	297
Asconema setubalense	173
Aspidochirotae	214
Aſſeln	259
Astacus	268
Afteroiden	226
Asteroides calycularis	193
Asthenosoma	225
Aſtrolabe, Fregatte	294
Aſtrorhiziden	147
Atmungsorgane der Tiefseefische	326
Atolla	210
Aufguſslinge ſ. Infusoria.	
Auge ſ. Sehorgane.	
Aulocystis	168
Aurelia	210
Aurelia aurita	178
Auronekten	205
Auſterndredſche	89
Auſternſcharrnetz	88
Baillie, C. W., Commodore	35
Balanidae	257
Ball, R., Dredſche	90
Bandwürmer	249
Barrieren der Grundſtrömungen	66
Bartlett	317
Bathyactis symmetrica	191. 193
Bathybius Haeckelii	54ff.
Bathydoris	292
Bathydraco	312
Bathygadus	301
Bathynomus	260
Bathyzeanographie	27
Bathypterois	325
Bathysaurus	311
Beamtrawl, ſ. Grundnetz.	
Beccari	146
Becksia	168
Beddard, Evers, über Iſopoden	260
Belemnocrinus	236
Benardet	44
Beneden, van	186
Benthaster	232
Bentheuphasia	265
Bergkrankheit	116
Bernhardkrebſe	273
Bert, Paul, Einfluſs des Drucks auf Tiere	118
Beſtandteile des Meeresſchlamms	47ff.
Bewegung der Tieffeetiere	119
Bianchi ſ. Plancus.	
Bipinnaria	241
Blake, Expeditionen des	20
Blinde Fische	324
Boden des Meeres, Bildung	45ff.
Bodenbeſchaffenheit des Meeres	43
Bodenſtrömungen	67
Boguslawski, v., über Verteilung der Meerestiefen	43
Bonellia	250
Boreomysis	264
Botellina indivisa	149
Brachiopoda	251
Brachyura	266. 278
Brady, H. B.	146
Brandt, Carl, über Sinken abgeſtorbener Radiolarien	130
Brandt, J. F.	172
Brisinga	229
Brookes Tieflot	31
Brutpflege bei Echinodermen	142
Bryozoa	254
Buchanan, J. Y. 15; über Bathybius 55; Schöpfflasche	71
Busk, G.	254
Bütschli über Spongien	156
Callodictyon	168
Callozootron mirabile	196
Calver, Kapitain 13; Dredſchquaſten	91
Calycimorpha	205
Calymma der Radiolarien	151
Camper	313
Caridídae	270
Carpenter, H. P., über Seelilien	237
Carpenter, W. B. 12; über Bathybius	55

Digitized by Google

	Seite
Carteria japonica	172
Caſella ſ. Miller.	
Cattaneo	283
Cephalopoda	293
Ceratias	315
Ceratien ſ. Plankton.	
Ceratoisis ornata	197
Ceſtoden	249
Ceſtus	211
Challenger, kgl. engl. Fregatte	15
Challenger-Rücken	64
Chalut, le ſ. Grundnetz.	
Chemie des Tiefſeewaſſers	70
Chiton	122
Chitoniden	292
Chlamydoselache	304
Chlaraspas	264
Chlorophthalmus	311
Choriſtiden	165
Chun 249, 256; Schlieſsnetz 97; über Siphonophoren 207; über Verteilung der Hydromeduſen 203; über vertikale Verteilung pelagiſcher Tiere im Mittelmeer 131; ſ. Peterſen, v.	
Cidariden	220
Cimarilea	203
Cirripedia	257
Cirroteuthis	295
Cladocarpus	200
Cladodactyla	219
Claparède	245
Clark, J., über Spongien	156
Claus, über Spongien 156; über Hyalonema	172
Clichna	291
Clintock, L. M.	30
Clypeastridae	220
Coccolithen u. Coccoſphären	47
Coelenteraten	155 ff.
Coeleſtinkryſtalle bei Radiolarien	151
Coeloptychium	168
Coenothyris	253
Colossendeis	280
Comatulidae	234 ff.
Copepoden	256 ff.
Coralliopsis Perrieri	196
Coregonus hiemalis ſ. Kilch.	
Cortikaten	166
Corymorpha	200
Cribrella	254
Crinoidea	233 ff.
Ctenophorae	211 ff.
Cumaceen	263
Cunina	203
Cuvier	313
Cyclops	11
Cystallidae	206
Cystechinus	225
Cystisoma	259
Cytaeis	203
Dacrydium	286
Dalyell	186
Dämmerungstiere	122
Danielſſen	215
Dayman, Leutnant	11
Decapoda	265
Deimatiden	215
Delphinrücken	64
Deltocyathus	193
Dendrochirotae	214
Detritus, kontinentaler	47
Diatomeen ſ. Plankton.	
Diatomeen-Schlick	51
Dicquemère	186
Dicranodromia	278
Dictyoninen	168
Dinoflagellaten ſ. Plankton.	
Diphyes	207
Diplacanthopoma	312
Discomeduſen	210
Disconalia	207
Disconekten	207
Diskaliden	207
Dittmar über Kohlenſäure im Tiefſeewaſſer; über Tiefſeethon	52
Dodecabostrycha	209
Donati, Vitalano, über Korallenfiſchernetze	100
Doridien	292
Dorynchus	279
Dray-net ſ. Schwebnetz.	

Digitized by Google

Seite

Dredſchen 87
Druck in der Tiefſee, Einfluſs auf die Tiere 113
Dujardin 146
du Petit Thouars, Tiefſeetemperaturen 58

Echinodermata 211 ff.; Brutpflege . . 142
Echinoidea 220
Echinothuroiden 225
Echiostoma 314
Eckhel, von, über Schwammdredſchen 89
Eclucius 222
Edelkoralle 194
Edriocrinus 236
Edwardsia 189
Einzelltiere ſ. Protozoen.
Elektriſche Fiſche 317
Elpidia 214
Encrinus 236
Engelmann, über Funktion des Chromophylls 83
Engin, Korallenfiſchernetz 100
Entenmuſcheln 257
Ephyra 184
Ephyridae 210
Epizoanthus parasiticus 187
Ergasticus 279
Errantia 246
Esperiopsis Challengeri 165
Ethusa 270· granulata 124
Euchidonia Berkmanni 152
Eucope 265
Euniciden 248
Euplectella . . . . . 175 ff.
Eustomias 327

Fangapparate für Tiefſeetiere . . . 87
Farben der Fiſche 307; der Ophiuren 228; der Tiefſeetiere . . . 80, 128
Filhol, H. 40; über blinde Krebſe 261; über Brisinga 229; über Trichaptella 176
Fiſche 299 ff.; Atmungsorgane 326; blinde 324; elektriſche 317; Färbung 307; Leuchtorgane 314; Seitenlinie 313; Taſtorgane 325

Seite

Fitzgerald-Lotinſtrument 32
Fitz-Roy, Tiefſeethermometer . . . 58
Flabellum 193
Flohkrebſe . . . . . 258 ff
Floſſenfüſser 293
Fol und Saraſin, über Eindringen des Lichts in das Meer 76
Folin, Marquis de 22
Foraminifera . . . . . 145 ff.
Forbes, E., über das Dredſchen 108; Naturgeſchichte der europäiſchen Meere 137; vertikale Zonen im Meere 229
Forskålia 207
Freyella 231
Fuſus 292

Galathea spongicola 177
Galatheen 273
Galathodes 272
Garneelen 270
Gaſe im Tiefſeewaſſer 73
Gazelle 41
Gebirge im atlantiſchen Ozean . . . 64
Generationswechſel bei Quallen . . . 182
Geodiidae 166
Gephyrei 250
Geryonia 203
Geſtalt feſſiler Tiere, beeinfluſst durch Waſſerſtrömungen 120
Giglioli 21
Glanz der Fiſche 309
Glauconit 48
Gleichfüſser 259
Gliedertiere 255
Globigerinen-Schlick 49
Gnathophausia 264
Godwin-Auſten 137
Goniocidaris 222
Gorgoniden 196
Goſſe 186
Graff v. 249
Gray, J. E. 172
Great Eastern 11
Grundnetz 88; Gewicht beim Aufholen 103
Grundſtrömungen 66; Barrieren derſelben 66

Digitized by Google

Seite

Guettard, über eine Seelilie 236
Gümbel, Beſtandteile des Globigerinen-Schlicks 49; über Tiefſee-Thon 52; über Manganknollen 53
Günther, A., Fiſche der Challenger-Expedition . . . . . 301 ff
Guynia 189
Gwyn Jeffreys 14; über Anpaſſungsmangel der Tiefſeetiere 121

Haarſterne . . . . . 233 ff.
Haarwürmer 249
Haeckel, Tiefſeequallen 201; über Phyſemaria 149; über Siphonophoren 205; über Spongien 156; vertikale Zonen im Meere 139
Hakendredſchen 102
Halosaurus 311
Halosphären ſ. Manganknollen.
Handlot 28
Hapalopoda 271
Haplophyllum 189
Haplosyllis 246
Harkendredſche 92
Haſsler, Expedition 20
Henderſon, J B. 273
Henſen, über Plankton 131
Herdman, über Aſcidien 298
Hering 303
Herkunft der Tiefſeetiere 133
Hertwig, Richard 157
Herzigel 220
Heteronereïs 245
Hexaktinelliden 167
Hippopodius 207
Hoek, über Cirripedien 258; über Pycnogoniden 282
Hogg 186
Höhlentiere 122
Hohltiere ſ. Coelenteraten.
Holopus Rangi 237
Holothuriidae 213
Holotrypasta 153
Hornſchwämme 164
Hüpferlinge 258
Hyalinoecia 248

Seite

Hyalonema Sieboldii 170; toxeres . . 172
Hydra 181
Hydra-Lot 35
Hydrocorallia . . . . . 200 ff.
Hydroidpolypen . . . . . 199 ff.
Hymenaster 232
Hymenodiscus 229
Hypobythius 299

Jacobſon 313
Janthina 292
Jewells, Th. E., Lot 35
Ilyodaemon 216
Infusoria 144
Jodſchwämme ſ. Aplysinidae.
Johnſon, J. Y. 300 300
Joſeph, über unterirdiſche Tiere . . 125
Ipnops 315. 324
Isidigorgia Pourtalesii 196
Isidinen 197
Isopoda 259

Kabel 10
Käferſchnecke 122. 292
Kalkſchwämme . . . . . 164 ff
Kalmar 294
Kammerlinge ſ. Foraminifera.
Kaſpiſches Meer, Tiefſeebewohner . . 127
Kellia 286
Kerbert 309
Kielfüſser 293
Kilch . . . . . 113 ff.
Klavierdraht als Dredſchleine . . . 92
Klavierſaitend aht 33
Knidarien 178
Knidoblaſt 178
Knidoſtyl 178
Koelliker 197
Kohlenſäure im Meerwaſſer . . . 52. 74
Kopffüſser 293
Koralle, ſchwarze 194
Korallenbänke der Tiefſee 192
Korallenfiſche 307
Korallenfiſchernetze 100
Korallenriffe 193
Korallen-Schlamm, -Sand 48

Digitized by Google

Seite

Korallineenzone ſ. u. Zonen
Korallpolypen 185
Koren 215
Kosmiſcher Staub in Tiefſeeablagerungen 52
Krabben . . . . . 266 ff.
Krabbenſpinnen 279
Kraken 294
Krebs ſchmarotzend in Euplectella. . 177
Kropffelchen ſ. Kilch

Lacaze-Duthiers über Korallen . . . 196
Laetmogene 217
Lamellibranchiata . . . . . 283 ff.
Laminarienzone ſ. u Zonen
Leda 286
Leeuwenhoek 144
Lendenfeld, v , Leuchtorgane der Fiſche 317 ff.
Leonura 211
Lepadidae 257
Leptocariden 258
Leptocephaliden 307
Leptopenus 191 193
Leptoptilum 199
Lernaea 256
Leuchtende Würmer 323
Leuchtorgane der Fiſche 314
Leuckart, R. 55; über Spongien . . 156
Leydig, über Entſtehung der Sehorgane 121
Licht, Eindringen deſſelben in das Meer 75
Lichtverhältniſſe der Tiefſee 80
Lightning, Kanonenboot 12
Lima 286
Limopſis 286
Liponema multiporum 190
Liriope 203
Lithiſtidea 168
Lithodes 276
Lithologie, ſubmarine 44
Lituoliden 147
Lizzea 203
Lodd 303
Lophohelia prolifera 192
Lorenzini 313
Lotapparate 27. 41
Lowe, Rede im Haus der Gemeinen . 15

Seite

Lowe, B. F. 300
Lucernaria 208
Lukſch ſ. Wolf.
Lychnaſpis polyamiſtra 152
Lyman, Th., über Ophiuren 227
Lyſpognathus 279
Lyſſakinen 168

Macrura 266
Macrurus 301. 312. 329
Madreporen . . . . . 190 ff.
Magnus, Olaf 294
Mal di Puna ſ. Bergkrankheit.
Malacephalus 301
Malacoſteus 315. 319
Malacoſtraca . . . . . 256 ff.
Malletia 286
Mallotus 303
Malm, Hakendredſche 102
Manganknollen 53
Manteltiere 297
Marshallia 168
Marſigli, Graf, über Netze der Korallenfiſcher 100 195
Maſſey-Tiefen-Indikator 37
Maury, M. T. 31; über gröſste Meerestiefen 75
Meer 75; Tiefe 27. 43; Bodenbeſchaffenheit 43; Bildung des Bodens . . . 45 ff.
Meeresleuchten 81
Meeresſchlamm . . . . . 48 ff.
Megalasma 258
Megalocercus 298
Mehrzelltiere ſ. Metazoen.
Melanocetes 330
Menge der Tiefſeetiere 107
Metacrinus 239
Metazoen 143
Microptilum 199
Miers 279
Miliolina subrotunda 149
Milleporida 203
Miller-Casella, Tiefſeethermometer . . 58
Milne Edwards, A. 22; verbeſſerte Tiefſeethermometer 62

Digitized by Google

Seite

Milne Edwards, Henry 22
Milnes Marshall, Hakendredſche . . . 102
M'Intosh 247
Moebius, über Bathybius 56
Mohn, H. 21
Mollusken. . . . . 283 ff.
Monactinellidae . . . . . 164 ff
Monocaulus 200
Monotrypaſta 153
Monro 313
Moostierchen 254
Moſeley, H. N. 15; über die Tiefſee 120; über Druckverhältniſſe in der Tiefſee 69; über Lichtverhältniſſe in der Tiefſee 80; über eine japaniſche Dredſche 88; über Sinken der Tierleichen im Meere 130; über Verteilung der Tiefſeefauna 141; über Stylaſter 204; über Ipnops . 315
Müller, O. T 248; Dredſche . . 89. 106
Muraeniden laichen 303
Murray 15; über Meeresboden 44; über Tiefſee-Thon 52; über Eindringen des Lichts in das Meer 81; über blaue Tiefſeefiſche. 311
Muſchelkrebschen . . . . . 255 ff.
Muſcheln . . . . . 283 ff
Mylius 198
Myzoſtomiden 249

Nachttiere 122
Nacktſchnecken 292
Naïs 244
Nares. S. George, Kapitän 15
Naſſellaria 153
Natica 291
Naturgeſchichte der europäiſchen Meere von Forbes 137
Nauphanta 210
Nautilus 135. 296
Nebaliopsis 258
Negretti-Zambra, Tiefſeethermometer . 59
Nematocarcinus 270
Nematoden 249
Nemertinen 250
Neostoma. 310

Seite

Neotanais. 259
Nereïs 243. 245
Neſſelbatterien. 178
Neſſelorgane der Coelenteraten . . . 178
Neſſeltiere 178

Octomeralia 209
Oechoris 292
Oerſtedt 245
Oestrella 257
Oken, ſ. Urſchleim.
Omoſudis 328
Onchidium 122
Oneirophantes 217
Ooze. ſ. Schlick.
Ophiacanthus 227
Ophiermus 227
Ophiocamax 227
Ophiocreas 227
Ophiomusium 227
Ophioplinthus 227
Ophiotrochus 227
Ophiuridae 227
Opostomias 315. 317
Ordigno, Quaſtennetz der Venetianer . 101
Osculoſa, ſ. Monotrypasta.
Ostracoda 255
Ovid über Korallen 195
Owen, R, über Euplectella 175

Pachygaſter 273
Pachyſtomias 315. 317
Paelopatides 219
Paguriden. 273
Palmier marin, eine Seelilie 236
Palomba, Kapitän 97
Palythoa 177
Pantopoden 279
Papierboot 295
Paraktinien 189
Patentblock 39
Pavonaria . . . . . 197 ff.
Pectanthis 202
Pectis 202
Pectyllis 201
Pedata 214

Digitized by Google

	Seite
Pelagia	211
Pelagiden	211
Pelosina	148
Peniagone	217
Pennatuliden	197
Pentacrinidae	234
Periphema	209
Periphylla	209
Perlboot	296
Perrault	313
Perrier 22; über Druckverhältniſſe in der Tiefſee 69; über Leuchten und Geruch von Freyella	229
Peterſen, v., Schlieſsnetz	97
Peterſen, von, und Chun, ſubmarines Photometer	78
Peyſonnel über Korallen	195
Pflanzen, vertikale Verteilung im Meere	82
Phaeodaria	153
Phascolion	250
Phascolosoma	250
Pheronema Parfaiti	172
Phormosoma	226
Phosphorescenz 82; der Tiefſeetiere	128
Photometer, ſubmarine	76
Photonectes	315
Phryganiden-Gehäuſe	148
Phycis	317
Phymosoma	250
Physalia	178
Phyſemarien	149
Phyſophora	207
Phyſophoren	205
Pigmentzellen der Fiſche	309
Pilulina	148
Placostegus	248
Plakinidae	166
Plancus	146
Plankton	131
Planula	183
Pleuronectes	312
Plumularien	200
Poliopogon	169
Polychaetae	243 ff.
Polychetes	266
Polyopis	189
Polypen	178 ff.
Polypomeduſen	199
Polyprion	302
Polysiphonia	189
Polystomidium	189
Pontoppidan	294
Pontostratiotes	256
Porcellanasteriden	233
Porcupine	13
Poruloſa, ſ. Holotrypasta.	
Pouchet über Lichtverhältniſſe in der Tiefſee	80
Pourtalès, Graf	20 90. 224
Pourtalesia	221. 226
Praxillinicola	256
Preyer über Ophiuren	227
Promachocrinus	239
Protocaulon	199
Protozoen	143
Pseudomma	265
Pseudorhombus	312
Psolus	219
Psychropodiden	215 ff.
Pteropoda	293
Pteropoden-Schlick	51
Ptychogena	202
Pycnogoniden	279
Pylocheles	276
Quallen 178; als Heilmittel	178
Quaſtendredſche	91. 101
Quatrefages über leuchtende Würmer	323
Quellen, unterſeeiſche	53
Quoy und Gaimard über Rieſen-Cephalopoden	294
Rädertierchen	254
Radiella Sarsii	165
Radiolaria	145 149 ff.
Raja	312
Rankenfüſser	257 ff.
Rathbun, E.	21
Reckadero, Hakendredſche auf Zebu	102
Redi	313
Regalecus	300
Regiſtrierapparat bei Tiefſeelotung	41

Digitized by Google

Seite

Regnard, Einfluſs des Drucks auf Tiere 118
Renillidae 197
Rhabdammina 147
Rhabdocalyptus 169
Rhabdolithen und Rhabdosphären . . 47
Rheoplax nodulosa 149
Rhizocrinus 237
Rhizopoda 144
Rhizostoma 211
Rhodalidae 206
Rhopalonema 203
Rhynchonella 252
Rindenſchwämme, ſ. Cortikaten
Ringelwürmer 243
Rinne, kalte 66
Rippenquallen 211
Riſſo 300
Roſs, John, Tiefſeetemperaturen . . . 58
Rotatoria 254
Rumphius 192
Ryder 326

Saccopharynx 326. 331
Sagartia miniata 186
Salabre, Korallenfiſchernetz 100
Salacidae 206
Salenia 224
Salmoniden, Laichgeſchäft 303
Salpen 297
Sand, vulkaniſcher 48
Sandforaminiferen 147
Sarasin, ſ. Fol.
Sarcodictyum bei Radiolarien 151
Sarcomatrix bei Radiolarien 151
Sargaſſomeer 130
Sars, M., 11; über Brisinga 229
Sauerſtoff im Tiefſeewaſſer 73
Savi 313
Saville Kent, über Spongien 156
Saxton, Tiefſeethermometer 59
Scalpellum 257
Scheinfüſslinge, ſ. Rhizopoda.
Schildigel 220
Schizopoda 264
Schlamm, grüner, blauer, roter, vulkaniſcher . . . . . 48 ff.

Seite

Schlangenſterne 227
Schleimkanäle der Fiſche 314
Schlick 49
Schlieſsnetz von v. Peterſen 97
Schlingfähigkeit der Tiefſeefiſche . . 328
Schnecken 289
Schneider, R., über unterirdiſche Tiere 124. 125
Schnurwürmer 250
Schollen 307
Schöpfflaſchen 70
Schultze, M. 172; über Euplectellen . 175
Schulze, F. E., über Spongien 156; Hexaktinelliden 169
Schwämme, ſ. Spongien.
Schwammdredſche 89
Schwebnetz 96
Schwertfiſch 301
Schwimmblaſe der Tiefſeefiſche . . . 328
Schwimmpolypen 205
Sclerothamnus 169
Scopelus 301. 319
Scotoplana 217
Scyphistoma 183
Scyramathia 279
Seeanemonen, ſ. Aktinien.
Seegurken 313
Seeigel 220
Seelilien 234
Seepocken 257
Seeſcheiden 297
Seeſchwämme, ſ. Spongien.
Seeſterne 226
Seewalzen 213
Sehorgan der Tiefſeetiere 121
Seitenlinie der Fiſche 313
Selenka 250
Semele 286
Sergeſtes 273
Serolis 262
Serpula 246
Sicyonidae 189
Siebe zum Sortieren des gedredſchten Materials 109
Siebold, von, über den Kilch . . . 115
Sigsbee, Hakendredſche 92

Digitized by Google

Seite

Sigsbee's Schliefscylinder 97; Quaſtendredſche 101
Silberglanz der Fiſche 309
Siliquaria 290
Siphonophoren 204
Sipunculus 250
Skelette der Radiolarien 152
Sminthea 203
Smith, S. J., über Gehäuſe von Amphipoden 259
Sollas über Spongien 156
Spaltfüſser 264
Spatangidae 220
Spence Bate über Embryonen von Willemoesia 266
Spinnentiere 279
Spirula 295
Spongien der Tiefſee 155 ff.; ihre Körpergeſtalt beeinflufst durch Waſſerſtrömungen 120; Syncytium . , . 149
Sporadipoda 214
Sproſſung bei Coelenteraten 179
Spumellaria 153
Squamipennen 307
Stachelhäuter 212
Staub, kosmiſcher in Tiefſeeablagerungen 47. 52
Stebbing über Amphipoden 259
Steenstrupia 200
Steginusa 202
Steil-Roſs' Tiefſeepinzette 30
Steindachner 20
Steinſchwämme, ſ. Lithiſtiden.
Stelleridae 227
Stellettidae 166
Stenson 313
Stephalia 206
Stephanactis 187
Stephanotrochus 192
Sternoptyx 317
Sternwürmer 250
Stichopoda 214
Stimpson, W. 90
Stoffwechſel der Tiefſeetiere 129
Stomias 318
Storthosphaera 148

Seite

Strahlinge, ſ. Radiolaria.
Strobila 183
Strömungen, vertikale 65
Strudelwürmer 249
Studer 205; über Brutpflege bei Echinodermen 142
Stupfen, ſ. u. Kilch.
Stylaſteriden 204
Stylocordyla 165
Süſswaſſerpolyp 181
Symbioſe zwiſchen Aktinien und Krebſen 188
Synapten 214
Syncytium bei Spongien 149

Talisman, franz. Expeditionen des . 22
Tangles, ſ. u. Quaſtendredſche.
Tardieu's Lot 36
Taſtorgane der Fiſche 325
Technitella 148
Teilbarkeit der Würmer 244
Temperatur des Bodenwaſſers . . 65 ff.
Terebella 247
Terebratella 251
Terebratula 253
Terrante Nuporato 190
Tesserantha 208
Tethya 167
Tetractinellidae 165
Thalamophora, ſ. Foraminifera.
Thaumastocheles 268
Thaumatocrinus 239
Théel, H. 214
Themſe führt organiſche Subſtanz in das Meer 130
Thermometer 56; Sixſches 57; von Miller-Casella 58; von Saxton 59; von Negretti-Zambra 60
Thibaudier's Lotapparat 40
Thomson's, William, Lot 55
Thompson, W., über Pentacrinus europaeus 235
Thon, roter 50. 52
Thoracostraca 263
Tiefe, des Meeres 27; gröſste . . . 43
Tiefſee, Druckverhältniſſe in derſelben 69; Moseley, über dieſelben

Digitized by Google

Seite

ebd., Perrier ebd.; Wyville Thomſon ebd.: Chemie 70
Tiefſeefauna, Alter 136; Herkunft . . 133
Tiefſeefiſche, Atmungsorgane 326; Schlingfähigkeit 328; Schwimmblaſe 328
Tiefſeepinzette 30
Tiefſeetemperaturen . . . . . 56 ff.
Tiefſeethermometer . . . . . 56 ff.
Tiefſeetiere, Fang 87; Menge 107; Verbreitung 133; Farben derſelben 80
Tiefſeewaſſer, Chemie 70; Elemente desſelben 72; Gaſe 73
Tiefſee-Waſſerſchöpfer 70
Tow-net, ſ. Schwebnetz.
Trachomeduſen 203
Trachypterus 300
Travailleur, franz. Expedition des . . 22
Trawl-net, ſ. Grundnetz.
Trembley 244
Treviranus, G. R. 313
Trezzola, ſ. u Quaſtendredſche.
Trichaptella elegans 176
Triforis 290
Trilobiten, blinde 262
Trinucleus 262
Tubicolae 246
Tubularia . . . . . 200 ff.
Tunicaten . . . . . 283. 297 ff.
Tuscarora, amer. Schiff 41
Tylaspis 275
Typhlotanais 259
Typhlonus 324

Umbellula 198
Urſchleim von Oken 55
Urſprung belebter Weſen 133
Urtiere 143

Verbindungsrücken 64
Verbreitung der Tiefſeetiere 133
Vermes 242
Verrill über Kraken 294; über Lichtverhältniſſe der Tiefſee 80; über Farben der Tiefſeetiere ebd.
Verruca 258
Verteilung der Tiere im Mittelmeer . 131
Voeringen, norweg. Expeditionen des . 21
Vorkommen, maſſiges, der Tiefſeetiere 107
Vosmaer über Spongien 156

Wagner, R. 313
Wallich, Stoffwechſel im Meere . . 129
Wandern der Fiſche 303
Washington, kgl. ital. Fregatte . . . 22
Waſſer, bewegtes, Einfluſs auf die Geſtalt feſſiler Tiere 120
Watſon, R. Bogg 289
Wild, J. J. 15
Willemoës-Suhm v. R. 15
Willemoesia 266
Wilſon, E. B. 282
Wirbeltier-Reſte auf dem Boden der Tiefſee etc. 54
Wolf und Lukſch über Eindringen des Lichts in das Meer 75
Würmer 242; leuchtende 323
Wyville Thomſon, Ch., 11; über Bathybius 55; über Brutpflege bei Echinodermen etc. 144
Wyville Thomſon-Rücken 67

Xenodermichthys 320
Xylopagurus 276

Ypsilothuria 219

Zambra, ſ. Negretti.
Zehnfüſser 265
Zoantharien 186
Zöbitzer über Temperatur des Bodenwaſſers 65
Zonen, vertikale im Meere 137
Zungenmuſchel 135

Druck von August Pries in Leipzig.

Digitized by Google

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

Die Expedition des Challenger.

Eine wissenschaftliche Reise um die Welt.

Von W. Spry, deutsch von H. v. Wobeser.

Mit 12 Tonbildern, 47 Abbildungen im Text und ausführlicher Karte.

Geheftet 12 M. Gebunden 14 M.

719 Tage über und in den Tiefen der Oceane

haben die Reisenden an Bord des Challenger in 3 bis 4 Jahren 6 Mal über den Aequator geführt, die Hauptresultate und Erlebnisse dieser großartigen Expedition, besonders der Erforschung der Meerestiefen gewidmet, werden in populärer, gewandter Form vorgeführt. Besonders wichtig in der deutschen Übertragung ist die gemeinverständliche Wiedergabe der technischen Ausdrücke, welche das englische Original auch für den der englischen Sprache sehr Kundigen oft fast ungenießbar machen.

Es sind von dem Werke nur noch wenige Exemplare vorrätig.

Digitized by Google

Soeben ist folgendes, wichtige Reisewerk erschienen:

Samoafahrten.

Reisen in Kaiser Wilhelms-Land und Englisch-Neu-Guinea in den Jahren 1884 und 1885 an Bord des deutschen Dampfers „Samoa" von Dr. **O. Finsch.**

Mit 85 Abbildungen nach Originalskizzen von Dr. **Finsch**, gezeichnet von **M. Hoffmann** und **A. v. Roehler**, 6 Kartenskizzen und dem Porträt des Verfassers.
Geheftet 12 M. Gebunden 14,50 M.

Zu dieser gemeinverständlich geschriebenen Reisebeschreibung des bekannten Verfassers ist — einzeln käuflich — erschienen ein **wissenschaftlicher Atlas**, dessen Titel und Text in 3 Sprachen, **deutsch, englisch** und **französisch** abgefaßt ist:

Ethnologischer Atlas.

Typen aus der Steinzeit Neu-Guineas, in 154 Abbildungen auf 24 lithogr. Tafeln, nach Originalen gezeichnet von **O.** und **E. Finsch.** Mit erklärendem Text. Preis gebunden 16 M.

Folgende ältere Werke seien geneigter Beachtung empfohlen:

Nach den Victoriafällen des Zambesi.

Von **Eduard Mohr.**

Mit Porträt des Verfassers, vielen Abbildungen in Holzschnitt und Farbendruck, Karte und einem kommerziellen und astronomischen Anhang.
2 Bände. Geheftet 20 M. Gebunden 24 M.

Die Eingeborenen Süd-Afrikas,

ethnographisch und anatomisch beschrieben
von Prof. **Gustav Fritsch,** Dr med.

Mit zahlreichen Holzschnitten, größtenteils nach Originalphotographien und Zeichnungen des Verfassers, 20 lithogr. Tafeln mit Abbildungen von Skelettteilen ꝛc. und einer Karte der Wanderungen der südafrikanischen Völkerstämme.

Hierzu ein

Atlas, enthaltend 60 in Kupfer radierte Porträtköpfe.

Preis der beiden Bände (gebunden) 75 M.

Verlag von Ferdinand Hirt in Breslau.

Kutzen, Prof. J., Das deutsche Land in seinen charakteristischen Zügen und seinen Beziehungen zu Geschichte und Leben der Menschen. Dritte Bearbeitung von Prof. Dr. **Koner.** Geh. 8 M. Geb. 10,50 M.

Pelitsch, Prof. Dr. O., Deutschlands Oberflächenform. Versuch einer übersichtlichen Darstellung auf orographischer und geologischer Grundlage zu leichterer Orientierung im deutschen Vaterlande. Mit 3 Karten. 1,60 M.

Avé-Lallemant, Dr. R., Wanderungen durch die Pflanzenwelt der Tropen. 4 M.

Digitized by Google

Probe der Abbildungen aus Stevens, Um die Erde auf dem Zweirad. II. Teil (Schluß).

(Siehe die folgende Seite.)

Digitized by Google

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

Soeben erschien das nachgenannte Sportbuch:

Jachten, Boote und Kanoes. Mit besonderer Berücksichtigung der Modell-Jachten und des Einzeln-Segelns. Nach **C. Stansfeld-Hicks** übersetzt von Dr. **M. Wiese**, Navigationsschul-Direktor. Mit zahlreichen Abbildungen und Bauriſſen von Modelljachten, sowie von verschiedenen sich für Liebhaber eignenden Fahrzeugen. Gebunden 12 M.

Reiseschilderungen der Weltumseglerin Lady Annie Brassey,

für das deutsche Publikum bearbeitet von **A. Helms:**

Eine Familienreise von 14000 Meilen in die Tropen und durch die Regionen der Passate. Mit 290 Abbildungen u. 7. Karten. In Prachtband 8,50 *M.* Geheftet 6,60 *M.*

Sonnenschein und Sturm im Osten. Seefahrten und Wanderungen vom Hyde-Park zum goldnen Horn. In Prachtband 8,50 *M.* Geheftet 6,60 *M.*

Eine Segelfahrt um die Welt. Pracht-Ausgabe. Gebunden 15 *M.* Geheftet 12 *M.* — Billige Ausgabe. (Fünfte Auflage) Gebunden 8,50 *M.* Geheftet 6,60 *M.*

☛ Die Schriften der kürzlich auf hoher See verstorbenen kühnen Weltumseglerin **Lady Brassey** sind in Deutschland nicht minder günstig aufgenommen worden, als in England. Die inhaltliche Gediegenheit, wie auch die vornehme Ausstattung haben diese, in vielen Auflagen vorliegenden Bücher allenthalben in den gebildeten Familien heimisch gemacht.

Schriften von **P. G. Heims**, Kaiserl. Marinepfarrer.

Unter der Kriegsflagge des Deutschen Reichs.

Erste Reihe:

Rund um die Erde. Bilder und Skizzen von der Weltreise S. M. S. „Elisabeth" (1881 — 1883). Mit mehreren Karten der Reise. **Zweite Aufl.** Sehr reich gebunden 8 *M.*, geheftet 6 *M.*

Zweite Reihe:

Kreuzerfahrten in Ost und West. Bilder und Skizzen von der Reise S. M. Kreuzer-Korvette „Nymphe" (April 1884 bis Oktober 1885). Sehr reich gebunden 8 *M.*, geheftet 6 *M.*

Aberglauben, Märchen u. Schnurren in Seemannskreisen gesammelt u. bearbeitet. **Seespuk.** Illustriert von **Joh. Gehrts.** Reich gebunden 6 M., geheftet 4,50 M.

☛ Das außergewöhnliche Erzähltalent des Marinepfarrers **Heims** dürfte genugsam bekannt sein. Seine Schilderungen sind wahr und lebensreu und verdienen wegen ihres für Jung und Alt belehrenden Inhalts die allgemeinste Beachtung.

Der im Vorjahre erschienene erste Teil des folgenden, originellen Reisewerkes liegt bereits in dritter (unveränderter) Auflage vor:

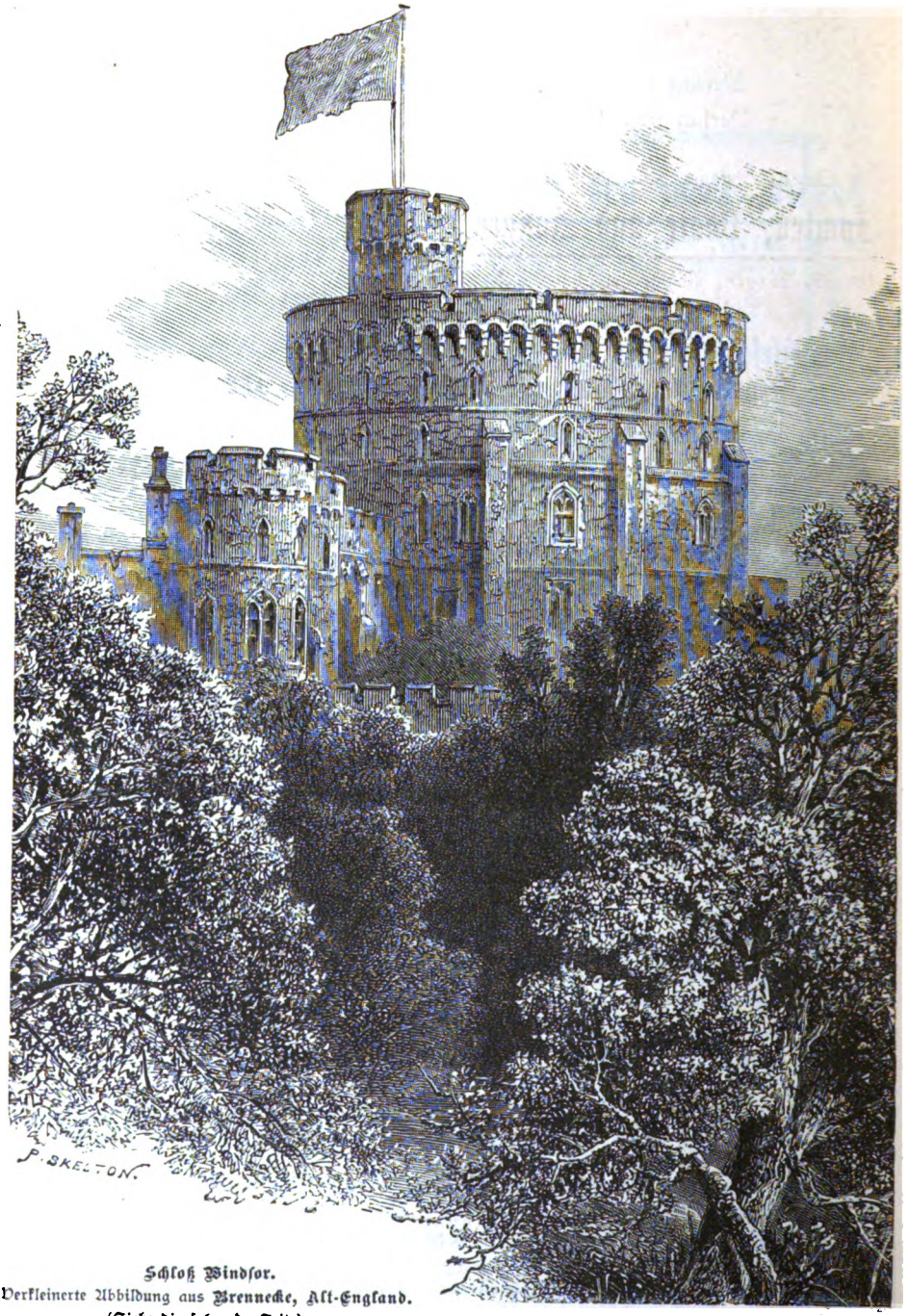
Um die Erde auf dem Zweirad. Nach dem Englischen des **Th. Stevens**, übersetzt von Dr. **F. M. Schröter.**

Teil I: **Von San Francisco nach Teheran.** Mit Porträt des Verfassers und vielen Abbildungen im Text. Reich gebunden 8,50 M.

Soeben erschien der Abschluß dieses Werkes, das auch außerhalb der Radfahrerkreise das lebhafteste Interesse gefunden hat:

Teil II: **Von Teheran nach Jokohama.** Mit vielen Abbildungen und Gesamtkarte der Reise. Reich gebunden 8,80 M.

Digitized by Google



Schloß Windsor.
Verkleinerte Abbildung aus **Brennecke, Alt-England.**
(Siehe die folgende Seite).

Digitized by Google

Verlag von Ferdinand Hirt & Sohn in Leipzig.

In mehr als 13,000 Bänden hat folgendes Prachtwerk bereits Verbreitung gefunden:

Mit besonderer Berücksichtigung von Sage und Geschichte, Litteratur und Kunst
geschildert durch Prof. Dr. **Adolf Brennecke, Francis Broemel, Friedrich von Hellwald,** Dr. **Hans Hoffmann, Richard Oberländer, Joh. Frölß** u. Dr. **Adolf Rosenberg.**

Mit mehreren Hunderten von Abbildungen nach Originalzeichnungen der hervorragendsten Künstler.
In 4 ganz selbständigen, einzeln käuflichen Bänden. In Prachtband je 20 Mark.

Band I: **Norwegen, Schweden, Irland u. Schottland.** Einbd.: Norweg. Gebirgslandschaft. Zeichng. von C. Römer. 2. Aufl.
Band II: **Wanderungen durch England u. Wales.** Einband: Englische Burgruine. Zeichnung von C. Römer.
Band III: **England und die Kanalinseln.** Einband: Englische Felsenküste. Zeichnung von C. Römer.
Band IV: **Holland und Dänemark.** Einband: Holländische Winterlandschaft. Zeichnung von W. Georgy.

Die bis auf wenige Exemplare vergriffenen Bände II u. III dieses Unternehmens finden Ersatz durch das folgende, kürzlich in gleicher Ausstattung erschienene Werk:

Alt-England. Eine Studienreise durch London und die Grafschaften zwischen Kanal u. Piktenwall. Von **Adolf Brennecke.** Mit zahlreichen Abbildungen nach Zeichnungen hervorragender Künstler. Prachtband 20 M.

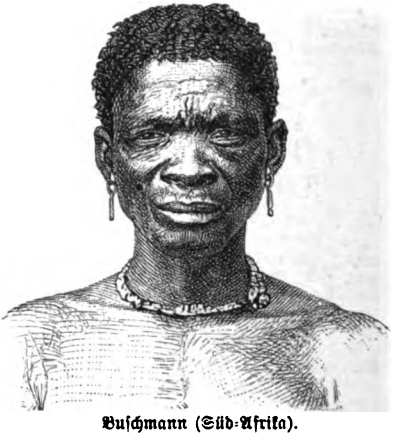
☛ Der Text beschränkt sich nicht auf vereinzelte geographische un d geschichtliche Mitteilungen, sondern er bringt in fesselnder Darstellungsweise das geistige, gesellschaftliche und künstlerische Leben, die Entwickelung der Baukunst, die Industrie und den Weltverkehr Englands (mit statistischen Nachweisen) zur Behandlung. Überall sind die neuesten und zuverlässigsten Quellenwerke benutzt worden.

Digitized by Google

Australneger (Festland).

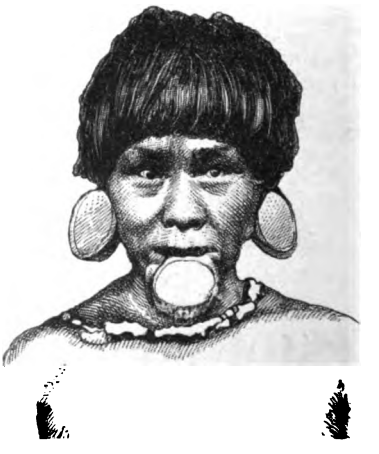
Papûa (Neu-Guinea).

Sudan-Neger (Nord-Afrika).



Buschmann (Süd-Afrika).

Patagonier (Süd-Amerika).



Botokudin (Süd-Amerika).

Digitized by Google

Geographische und geschichtliche Werke für Jung u. Alt.

Ferdinand Hirts Geographische Bildertafeln.

Für die Belebung des erdkundlichen Unterrichts und die Veranschaulichung der Hauptformen der Erdoberfläche mit besonderer Berücksichtigung der Völkerkunde und Kulturgeschichte, herausgegeben von Dr. Alwin Oppel und Arnold Ludwig.

Teil I: Allgemeine Erdkunde.

Herausgegeben unter Mitwirkung von **Prof. Dr. G. Fritsch** (Berlin), **Dr. P. Leipoldt** (Dresden), **Prof. Dr. R. Perkmann** (Wien), **R. Waeber** (Liegnitz) und vielen anderen hervorragenden Fachmännern.

Mit 319 Abbildungen auf 25 Tafeln.

Zweite Auflage.

Geheftet 3,60 *M*. Gebunden 4,75 *M*.
Erläuternder Text 1 *M*.

Teil II: Typische Landschaften.

Herausgegeben unter Mitwirkung von **F. Kanitz** (Wien), **Dr. Karl Müller** (Halle), **Richard Oberländer** (Leipzig), **Prof. Seibert** (Bregenz) und vielen anderen hervorragenden Fachmännern.

Mit einführendem Text und 29 Bogen Abbildungen 178 Landschaftsbilder enthaltend.

Zweite Auflage.

Geheftet 5 *M*. Gebunden 6,50 *M*.

Teil III: Völkerkunde.

(In 3 Abteilungen.)

Herausgegeben unter Mitwirkung von **Dr. J. Baumgarten** (Coblenz), **C. Bock** (Christiania), **Prof. Dr. Kan** (Amsterdam), **F. Kanitz** (Wien), **Dir. Dr. Müller** (Antwerpen), **Prof. Dr. Partsch** (Breslau), **Prof. Seibert** (Bregenz) u. A.

Schiffer aus Neapel. (Aus Teil III. 1. Abt.)

Abteilung 1: Völkerkunde von Europa.

Mit 300 Holzschnitten auf 30 Tafeln u. einem kurzen erläuternden Text. Geheftet 5,50 *M*. Gebunden 7 *M*.

Abteilung 2: Völkerkunde von Asien und Australien.

Mit 27 Tafeln Abbildungen und einem kurzen erläuternden Text. Geheftet 6,50 *M*. Gebunden 8 *M*.

Abteilung 3: Völkerkunde von Afrika und Amerika.

Mit 31 Tafeln Abbildungen und erläuternden Text. Geheftet 7 *M*. Gebunden 8,50 *M*. (Neu!)

Als ein erweiterter, erläuternder Text zum II. Teile ist erschienen:

Landschaftskunde. Versuch einer Physiognomik der gesamten Erdoberfläche in Skizzen, Charakteristiken und Schilderungen von **Dr. A. Oppel.** Geheftet 12 *M*. Gebunden 14,50 *M*.

Umschau in Heimat und Fremde. Ein geographisches Lesebuch von **Prof. Dr. Heutschel** und **Dr. Märkel.** Mit vielen Bildern. Teil I: Deutschland. Geh. 2,50 *M* Geb. 3,30 *M*. Teil II: Europa (Mit Ausschluß des Deutschen Reichs). Geh. 3,60 *M*. Geb. 4,50 *M*.

Ein Seitenstück zu den vielverbreiteten „Geographischen Bildertafeln" bilden:

Ferdinand Hirts Historische Bildertafeln.

Für die Belebung des geschichtlichen Unterrichts
herausgegeben von mehreren praktischen Schulmännern und Gelehrten.

Teil I: Das Altertum bis zum Untergange des Heidentums. 2,50 *M*.
Teil II: Von den Anfängen d. Christentums bis zum Beginn d. XIX. Jahrh. 2,50 *M*.
Teil I u. II **in einem Bande,** nebst erläuterndem Text (einzeln 1 *M*) geh. 6 *M*, geb. 7,50 *M*.

Digitized by Google

Frau von den Tonga-Inseln

Giljak-Frau (Oſt-Sibirien).

Chineſe.

Araber aus Aden.

Nubier (Nord-Afrika).

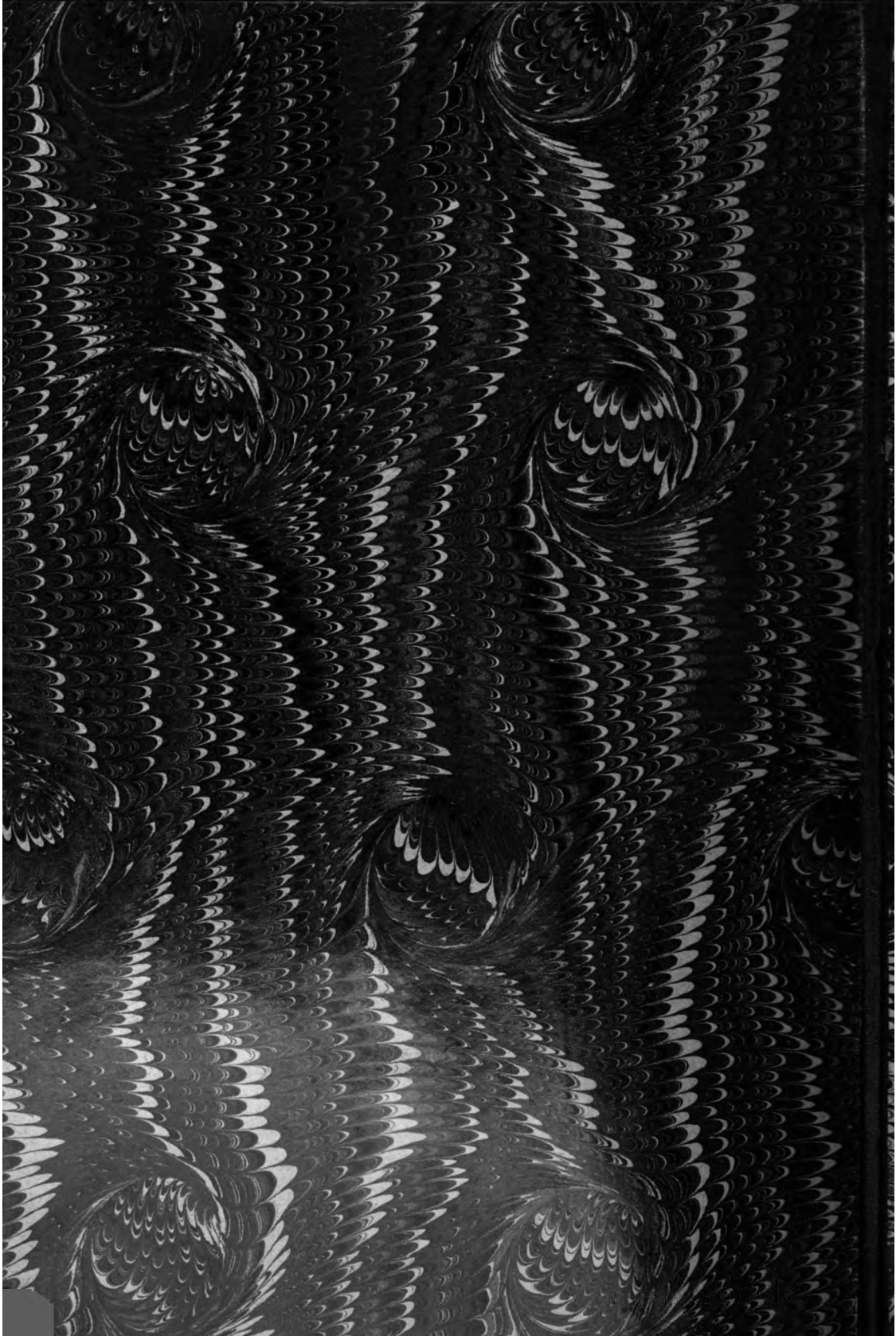
Germane.

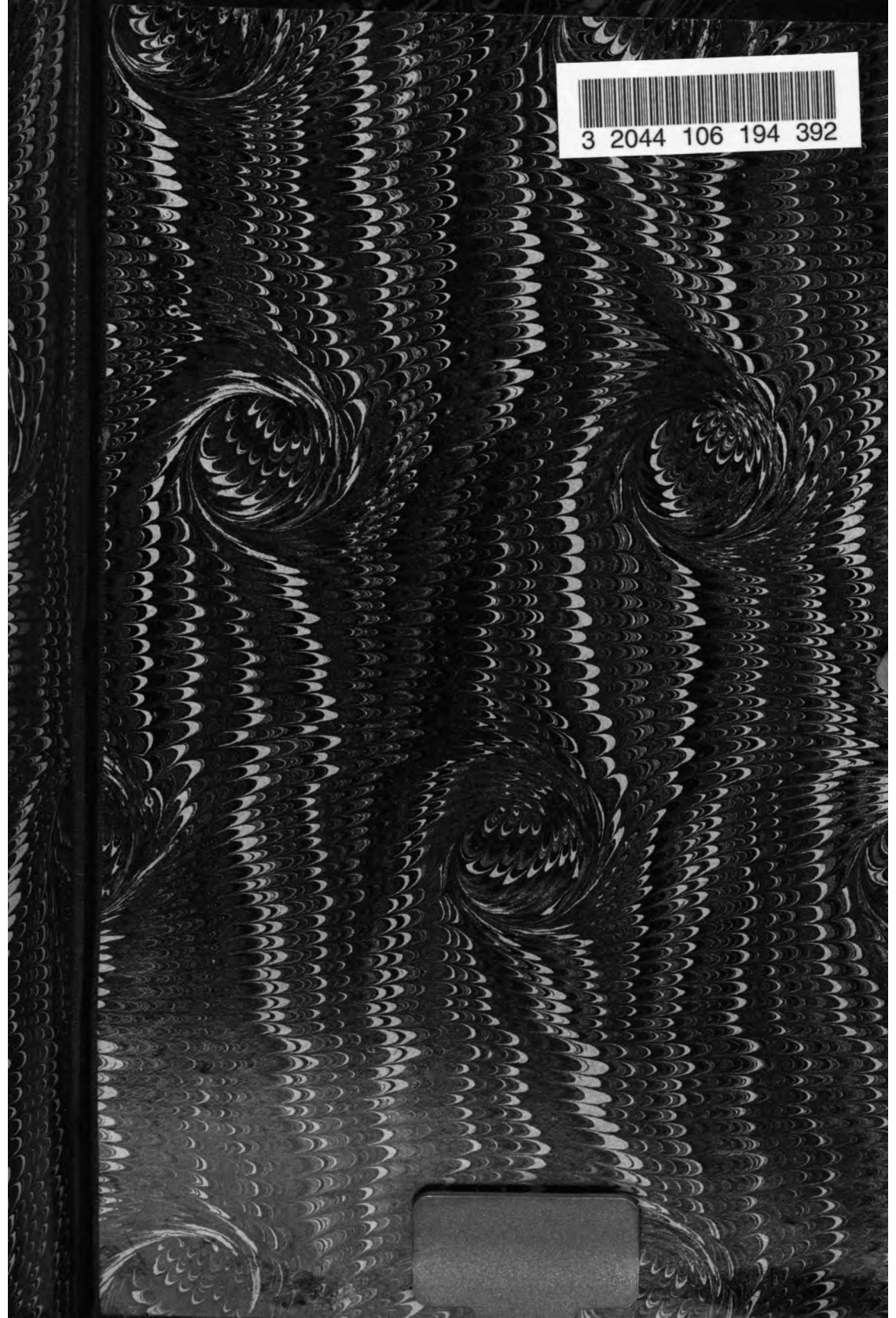
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google




3 2044 106 194 392